

# MEZŐGAZDASÁGI ÉS VIDÉKFEJLESZTÉSI KUTATÁSOK A JÖVŐ SZOLGÁLATÁBAN

Szerkesztette:  
Kis Krisztián  
Komarek Levente  
Monostori Tamás



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
SZEGEDI AKADÉMIAI BIZOTTSÁG  
Mezőgazdasági Szakbizottság

Szeged, 2020

A tanulmánykötet megjelentetését a Magyar Tudományos Akadémia támogatta.

Kiadó:

Magyar Tudományos Akadémia Szegedi Akadémiai Bizottság

Mezőgazdasági Szakbizottság

6720 Szeged, Somogyi u. 7.

Telefon: +36 62 553 910

Fax: +36 62 553 912

E-mail: szab@tab.mta.hu

Technikai szerkesztő:

Hampel György

Nyomdai munkálatok:

Innovariant Nyomdaipari Kft.

6750 Algyő, Ipartelep 4.

Telefon: +36 (62) 493-626, +36 (62) 493-638

Fax: +36 62 493 914

E-mail: nyomda@innovariant.hu

ISBN 978-963-508-954-3

# SZERZŐK

<i>Dr. Ács Péterné</i>	PhD, szenior kutató, Gabonakutató Nonprofit Kft. (Szeged)
<i>Allaga Henrietta</i>	PhD-hallgató, Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar, Mikrobiológiai Tanszék (Szeged)
<i>Bagi Bence</i>	vidékfejlesztési agrármérnök BSc-hallgató, Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar (Szeged)
<i>Dr. Barta Tamás</i>	PhD, főiskolai docens, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Állattudományi és Vadgazdálkodási Intézet (Hódmezővásárhely)
<i>Bartók Andrea</i>	mezőgazdasági termelő (Tiszasziget)
<i>Dr. Bencsik Dóra</i>	PhD, adjunktus, Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Élelmiszermérnöki Intézet (Szeged)
<i>Dr. Benkő-Kiss Árpád</i>	CSc, főiskolai docens, Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Ökonómiai és Vidékfejlesztési Intézet (Szeged)
<i>Dr. h.c. dr. habil. Bodnár Károly</i>	PhD, főiskolai tanár, Szent István Egyetem Öntözési és Vízgazdálkodási Intézet (Szarvas)
<i>Dr. Bóna Lajos</i>	PhD, kalászos gabonanemesítő, Gabonakutató Nonprofit Kft. (Szeged)
<i>Bordé Ádám</i>	tanársegéd, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézet (Hódmezővásárhely)
<i>Bucin Félix</i>	duális képzésben résztvevő hallgató, Pilze-Nagy Kft. (Kecskemét)
<i>Büchner Rita</i>	doktorjelölt, Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar, Mikrobiológiai Tanszék (Szeged)
<i>Ecseri Károly</i>	tanársegéd, Neumann János Egyetem, Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar (Kecskemét)
<i>Faltum Mirella</i>	biológia BSc-hallgató, Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar, Mikrobiológiai Tanszék (Szeged)
<i>Fári Fanni</i>	mezőgazdasági mérnök BSc-hallgató, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar (Hódmezővásárhely)
<i>Gombos Zsolt</i>	mezőgazdasági termelő (Tiszasziget)
<i>Dr. Gráff Myrtil</i>	PhD, főiskolai docens, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Állattudományi és Vadgazdálkodási Intézet (Hódmezővásárhely)
<i>Gyalai Ingrid Melinda</i>	tanszéki mérnök, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézet (Hódmezővásárhely)
<i>Dr. Gyalai-Korpos Miklós</i>	PhD, K+F csoport vezető, Pilze-Nagy Kft. (Kecskemét)

<i>Györgyi Emese</i>	mezőgazdasági mérnök BSc-hallgató, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar (Hódmezővásárhely)
<i>Dr. Hatvani Lóránt</i>	PhD, tudományos munkatárs, Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar, Mikrobiológiai Tanszék (Szeged)
<i>Dr. Honfi Péter</i>	PhD, egyetemi docens, Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar, Fenntartható Kertészet Intézet (Budapest)
<i>Dr. Hüvely Attila</i>	PhD, főiskolai docens, Neumann János Egyetem Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar, Agrártudományi Tanszék (Kecskemét)
<i>Irmes Katalin</i>	tudományos segédmunkatárs, Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Növénytermesztési Önálló Kutatási Osztály (Szeged)
<i>Dr. habil. Jakab Péter</i>	PhD, egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézet (Hódmezővásárhely)
<i>Jancsó Katinka</i>	mezőgazdasági mérnök BSc-hallgató, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar (Hódmezővásárhely)
<i>Dr. habil. Komarek Levente</i>	PhD, PhD, egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet (Hódmezővásárhely)
<i>Dr. Király Ildikó</i>	PhD, főiskolai docens, Neumann János Egyetem Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar, Kertészeti Tanszék (Kecskemét)
<i>Kovács Gyula</i>	erdész, Gyümölcs magángénbank (Pórszombat)
<i>Dr. habil. Kredics László</i>	PhD, egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar, Mikrobiológiai Tanszék (Szeged)
<i>Dr. Kristó István</i>	PhD, tudományos főmunkatárs, Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Növénytermesztési Önálló Kutatási Osztály (Szeged)
<i>Dr. Langó Bernadett</i>	PhD, laborvezető, Gabonakutató Nonprofit Kft. (Szeged)
<i>Dr. habil. Lantos Ferenc</i>	PhD, egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézet (Hódmezővásárhely)
<i>Máté Eszter</i>	számítógépes és kognitív idegtudomány MSc-hallgató, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Természettudományi Kar (Budapest)
<i>Mwai, Timothy</i>	managing director, Keyrio Farm (Nairobi, Kenya)
<i>Dr. Majzinger István</i>	PhD, egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Állattudományi és Vadgazdálkodási Intézet (Hódmezővásárhely)
<i>Dr. habil. Mikó Edit</i>	PhD, egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar (Hódmezővásárhely)
<i>Dr. Monostori Tamás</i>	PhD, főiskolai tanár, intézetvezető, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézet (Hódmezővásárhely)



<i>Dr. Nagy Sándor</i>	PhD, főiskolai docens, Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Ökonómiai és Vidékfejlesztési Intézet (Szeged)
<i>Ősze Brigitta</i>	kertésszmérnöki BSc-hallgató, Neumann János Egyetem Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar (Kecskemét)
<i>Dr. Panyor Ágota</i>	PhD, egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Ökonómiai és Vidékfejlesztési Intézet (Szeged)
<i>Dr. Pető Judit</i>	PhD, főiskolai tanár, Neumann János Egyetem Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar, Agrártudományi Tanszék (Kecskemét)
<i>Dr. Pinnyey Szilárd</i>	dr. med. vet., egyetemi adjunktus, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Állattudományi és Vadgazdálkodási Intézet (Hódmezővásárhely)
<i>Purgel Szandra</i>	kutató biológus, Gabonakutató Nonprofit Kft. (Szeged)
<i>Rác Attila</i>	intézeti mérnök, Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Növénytermesztési Önálló Kutatási Osztály (Szeged)
<i>Sipos Katalin</i>	PhD-hallgató, Pécsi Tudományegyetem, „Oktatás és Társadalom” Neveléstudományi Doktori Iskola (Pécs)
<i>Somosné Dr. Nagy Adrienn</i>	PhD, ügyvezető igazgató, Pilze-Nagy Kft. (Kecskemét)
<i>Prof. Dr. Surányi Dezső</i>	DSc, tudományos tanácsadó, Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Gyümölcs- és Dísznövénytermesztési Kutatóintézet Ceglédi Kutató Állomás (Cegléd)
<i>Szarvas Adrienn</i>	tanársegéd, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézet (Hódmezővásárhely)
<i>Tajti Klaudia</i>	kertésszmérnöki BSc-hallgató, Neumann János Egyetem Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar (Kecskemét)
<i>Dr. Tar Melinda</i>	PhD, tudományos főmunkatárs, Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Növénytermesztési Önálló Kutatási Osztály (Szeged)
<i>Tóth Violetta</i>	tanársegéd, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Állattudományi és Vadgazdálkodási Intézet (Hódmezővásárhely)
<i>Dr. Tömösközi Sándor</i>	PhD, egyetemi docens, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék (Budapest)
<i>Turiné Dr. Farkas Zsuzsa</i>	PhD, főiskolai tanár, Neumann János Egyetem Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar (Kecskemét)
<i>Újvári Gréta</i>	élelmiszerbiztonsági és minőségi mérnök MSc-hallgató, Szegedi Tudományegyetem, Mérnöki Kar (Szeged)
<i>Prof. Dr. Vágvölgyi Csaba</i>	DSc, tanszékvezető egyetemi tanár, tanszékvezető, Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar, Mikrobiológiai Tanszék (Szeged)
<i>Vályi-Nagy Marianna</i>	tudományos segédmunkatárs, Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Növénytermesztési Önálló Kutatási Osztály (Szeged)
<i>Dr. Vojnich Viktor</i>	PhD, főiskolai docens, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézet (Hódmezővásárhely)

<i>Zombori Zoltán</i>	ügyvivő szakértő, Szegedi Biológiai Kutatóközpont, Növénybiológiai Intézet (Szeged)
<i>Dr. habil. Zsótér Brigitta</i>	PhD, egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Ökonómiai és Vidékfejlesztési Intézet (Szeged)

## SZERKESZTŐK

<i>Dr. Hampel György</i>	PhD, főiskolai docens, Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Ökonómiai és Vidékfejlesztési Intézet (Szeged)
<i>Dr. habil. Kis Krisztián</i>	PhD, egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Ökonómiai és Vidékfejlesztési Intézet (Szeged)
<i>Dr. habil. Komarek Levente</i>	PhD, PhD, egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet (Hódmezővásárhely)
<i>Dr. Monostori Tamás</i>	PhD, főiskolai tanár, intézetvezető, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézet (Hódmezővásárhely)

# TARTALOMJEGYZÉK

<b>Előszó</b> .....	11
<b>Bodnár Károly – Sipos Katalin:</b> Tessedik Sámuel és az agrárszakképzés .....	13
<b>Nagy Sándor:</b> Az agrár startup ökoszisztémák sikerességének összetevői ....	23
<b>Benkő-Kiss Árpád:</b> Néhány adatbázis elemzése a Benford-törvény segítségével.....	39
<b>Sipos Katalin – Bodnár Károly:</b> A digitális oktatás lehetőségei.....	47
<b>Komarek Levente:</b> A hazai külföldi közvetlen tőkebefektetések területi differenciáltsága.....	55
<b>Újvári Gréta – Zsótér Brigitta – Bencsik Dóra:</b> A hazai hús- és fehérjefogyasztás feltérképezése .....	63
<b>Zsótér Brigitta – Bagi Bence:</b> Felszín alatti öntözőrendszer telepítésének pénzügyi előkészületei.....	75
<b>Panyor Ágota:</b> Az ökológiai gazdálkodás és a fenntarthatóság.....	83
<b>Gyalai-Korpos Miklós – Bucin Félix – Timothy Mwai – Somosné Nagy Adrienn:</b> A kelet-afrikai kisgazdaságok fenntarthatóságának javítása és az élelmiszer-termelés jövőbeli lehetőségeinek kidolgozása .....	89
<b>Ecseri Károly – Honfi Péter:</b> Fenntartható zöldfelület-gazdálkodás archeofitonok segítségével .....	99
<b>Turiné Farkas Zsuzsa – Tajti Klaudia – Ősze Brigitta:</b> Növekedésszabályozó tulajdonsággal rendelkező készítmények hatása az egyvári virágok díszítőértékére.....	107
<b>Surányi Dezső:</b> Kétezer éves kertkultúránk gyökerei .....	117
<b>Király Ildikó – Kovács Gyula – Hüvely Attila – Pető Judit:</b> Alma tájfajták ásványi agyag-tartalma.....	129
<b>Lantos Ferenc – Fári Fanni – Györgyi Emese – Gyalai Ingrid:</b> Összes színezőanyag- és kapszaicin tartalom vizsgálat a Capsicum annuum L. var. Longum Grossum és a Capsicum annuum convar. cerasiforme L. paprikatípusokban, eltérő termesztési módok összefüggésében.....	139
<b>Kristó István – Vályi-Nagy Marianna – Jancsó Katinka – Irmes Katalin – Rácz Attila – Tar Melinda:</b> Egy lehetőség a fehérje növények vetésterületének növelésére .....	147
<b>Tar Melinda – Vályi-Nagy Marianna – Irmes Katalin – Kristó István:</b> Oltóanyagok hatása szója fajták termésére és beltartalmára .....	157
<b>Langó Bernadett – Ács Péterné – Purgel Szandra – Tömösközi Sándor – Bóna Lajos:</b> Magyar eredmények a tritikálé élelmezési célú felhasználásában .....	167
<b>Monostori Tamás – Bartók Andrea – Gombos Zsolt – Vojnich Viktor – Jakab Péter – Bordé Ádám – Szarvas Adrienn:</b> Az ültetés és betakarítás idejének hatása az édesburgonya [ipomoea batatas (L.) lam.] termésére.....	177

<b>Gráff Myrtil – Tóth Violetta – Mikó Edit:</b> Antibiotikum kiváltásának vizsgálata a tőgygyulladás kezelésében teheneknél .....	183
<b>Barta Tamás – Majzinger István – Pinnyey Szilárd:</b> Az őz táplálkozásának sajátosságai.....	191
<b>Majzinger István:</b> A mezei nyúl ( <i>lepus europaeus</i> , pallas, 1778) lehetséges és tényleges hasznosításának értékelése Békés, Csongrád és Jász-Nagykun-Szolnok megyében 1970 és 2019 között .....	197
<b>Büchner Rita – Faltum Mirella – Hatvani Lóránt – Allaga Henrietta – Vágvölgyi Csaba – Kredics László:</b> <i>Hypomyces perniciosus</i> : a termesztett csiperke „nedves mólé” betegségét okozó penészgomba .....	207
<b>Máté Eszter – Hatvani Lóránt – Kredics László – Vágvölgyi Csaba:</b> <i>Aureobasidium</i> fajok mezőgazdasági jelentősége.....	219
<b>Zombori Zoltán:</b> Különböző genomszerkesztési technikák gabonafélékben .....	229

# TABLE OF CONTENTS

<b>Preface</b> .....	11
<b>Károly Bodnár – Katalin Sipos:</b> Sámuel Tessedik and the Agricultural Training .....	13
<b>Sándor Nagy:</b> The Components of Success of Agricultural Startup Ecosystems .....	23
<b>Árpád Benkő-Kiss:</b> Analysis of Some Databases with Benford's Law .....	39
<b>Katalin Sipos – Károly Bodnár:</b> Possibilities of Digital Education.....	47
<b>Levente Komarek:</b> Spatial Differentiation of Foreign Direct Investments in Hungary .....	55
<b>Gréta Újvári – Brigitta Zsótér – Dóra Bencsik:</b> Survey of Domestic Meat and Protein Consumption .....	63
<b>Brigitta Zsótér – Bence Bagi:</b> Financial Preparations for the Installation of a Surface Irrigation System .....	75
<b>Ágota Panyor:</b> Organic Farming and Sustainability.....	83
<b>Miklós Gyalai-Korpos – Félix Bucin – Mwai Timothy – Adrienn Somosné Nagy:</b> Improvement of Sustainability of Small Farms in Eastern-Africa and Elaboration of Future Opportunities for Food Production.....	89
<b>Károly Ecseri – Péter Honfi:</b> Sustainable Green Space Management Using Archaeophytes.....	99
<b>Zsuzsa Turiné Farkas – Klaudia Tajti – Brigitta Ósze:</b> Effect of Products with Growth Regulator Propertis on the Ornamental Value of Annual Flowers .....	107
<b>Dezső Surányi:</b> The Roots of Our 2000-Year-Old Garden Culture.....	117
<b>Ildikó Király – Gyula Kovács – Attila Hüvely – Judit Pető:</b> Mineral Element Content of Apple Land Varieties .....	129
<b>Ferenc Lantos – Fanni Fári – Emese Györgyi – Ingrid Gyalai:</b> Investigation of Dyestuff and Capsaicin Content of the Capsicum Annuum L. Var. Longum Grossum and Capsicum Annuum Convar. Cerasiforme L. Spice Pepper Varieties, in Relationship of Different Cultivation Methods .....	139
<b>István Kristó – Marianna Vályi-Nagy – Katinka Jancsó – Katalin Irmes – Attila Rác – Melinda Tar:</b> New Records How to Increase the Sown Area of Protein Plants.....	147
<b>Melinda Tar – Marianna Vályi-Nagy – Katalin Irmes – István Kristó:</b> Effect of Inoculants on the Yield and Nutrient Content of Soybean Varieties.....	157
<b>Bernadett Langó – Péterné Ács – Szandra Purgel – Sándor Tömösközi – Lajos Bóna:</b> Hungarian Results on Food Utilization of Triticale .....	167

<b>Tamás Monostori – Andrea Bartók – Zsolt Gombos – Viktor Vojnich – Péter Jakab – Ádám Bordé – Adrienn Szarvas:</b> The Effect of Planting and Harvesting Times on the Production of Sweet Potatoes [Ipomoea Batatas (L.) Lam.] .....	177
<b>Myrtil Gráff – Violetta Tóth – Edit Mikó:</b> Investigation of Antibiotics Substitution in the Treatment of Mastitis in Cows .....	183
<b>Tamás Barta – István Majzinger – Szilárd Pinnyey:</b> The Peculiarities of Roe Deer Feeding .....	191
<b>István Majzinger:</b> Evaluation of the Possible and actual Utilization of the Brown Hare (Lepus Europaeus, Pallas, 1778) in Békés, Csongrád and Jász-Nagykun-Szolnok County Between 1970 and 2019 .....	197
<b>Rita Büchner – Mirella Faltum – Lóránt Hatvani – Henrietta Allaga – Csaba Vágvolgyi – László Kredics:</b> Hypomyces perniciosus: The Mould Causing “Wet Bubble Disease” of Cultivated Champignons .....	207
<b>Eszter Máté – Lóránt Hatvani – László Kredics – Csaba Vágvolgyi:</b> Agricultural Relevance of Aureobasidium Species .....	219
<b>Zombori Zoltán:</b> Different Genome Editing Technologies in Cereals .....	229

## **Előszó**

Ahogy a 200 éve elhunyt Tessedik Sámuel szíken végzett kísérleteinek eredményeit ma is hasznosítjuk, az általa honosított növényeket ma is termesztjük, úgy napjaink mezőgazdasági és vidékfejlesztési kutatásainak eredményei is várhatóan hozzájárulnak a termelés eredményessége és az életminőség folyamatos javulásához. A klímaváltozás és a globalizáció, amint azt az elmúlt évek, évtizedek is megmutatták, akár váratlanul kitörő járványok által is befolyásolt természeti, gazdasági és társadalmi környezet azonban, a kutatás szempontjainak folytonos „finomhangolását”, nem ritkán újratervezését igényli.

A tanulmánykötet gerincét a SZAB Mezőgazdasági Szakbizottságának a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából 2020 novemberében tartott konferenciáján elhangzott előadások adják, kiegészítve egyéb munkákkal. A mezőgazdaság és vadgazdálkodás, az agrárökonómia és vidékfejlesztés, a mikrobiológia és a géntechnológia, valamint határterületeik számos kutatási eredményébe kapott betekintés mellett az olvasó eljut Tessedik korszakalkotó újításaitól a legfrissebb kémiai Nobel-díjat érdemlő CRISPR/Cas9 genomszerkesztési eljárás ismertetéséig.

Szeged, 2020. november

A szerkesztők





## TESSEDIK SÁMUEL ÉS AZ AGRÁRSZAKKÉPZÉS

Bodnár Károly – Sipos Katalin

**Absztrakt:** Tessedik Sámuel (1742-1820) evangélikus lelkész, író, pedagógus, a gyakorlati agrár-oktatás és a magyar agrárfejlesztés kiemelkedő úttörője volt. Mintagazdaságot működtetett, és Szarvason mezőgazdasági szakiskolát hozott létre (1780). Számos eljárást dolgozott ki a szikes talajok javítására, meghonosított és terjesztett egy sor termesztett növényt. Támogatta többek között a korszerű vetésforgó bevezetését, a méhészet művelését és a mezőgazdasági feldolgozóipar különböző ágait. Műveit latin és német nyelven írta. A szarvasi Szent István Egyetem Tessedik Campusának hagyományai a tessediki iskolára vezethetők vissza. A campus és Szarvas városa az iskolaalapítás és az agrár-oktatás 240. évfordulóját ünnepli ebben az évben, valamint Tessedik Sámuel halálának 200. évfordulójáról emlékezik meg.

**Abstract:** Samuel Tessedik (1742-1820) was a Lutheran pastor, writer, pedagogue, an outstanding pioneer of practical folk education and Hungarian agricultural development. He operated a model farm and established a vocational agricultural school in Szarvas (1780). He developed several procedures for the improvement of saline soils, introduced and distributed a series of cultivated plants. He advocated the implementation of a modern crop rotation, spreading beekeeping and various branches of agricultural industry. He wrote his works in Latin and German languages. The traditions of the Szent Istvan University Tessedik Campus at Szarvas can be traced back to the school of Tessedik. The Campus and the town of Szarvas celebrate the 240<sup>th</sup> anniversary of the foundation of the agricultural school and education, as well as the 200<sup>th</sup> anniversary of the death of Samuel Tessedik this year.

*Kulcsszavak:* Tessedik Sámuel, gyakorlati iskola, mezőgazdaság, innováció, Szarvas, vidékfejlesztés

*Keywords:* Samuel Tessedik, vocational school, agriculture, innovation, Szarvas, rural development

### 1. Bevezetés

Tessedik Sámuel (*1. ábra*) (Alberti, 1742. ápr. 20. – Szarvas, 1820. dec. 27. (Lásd: *1. ábra*): evangélikus lelkész, író, pedagógus, a gyakorlati jellegű népoktatás és a hazai mezőgazdasági kultúra kiemelkedő úttörője. Pozsonyban, Sárospatakon és Debrecenben, majd német egyetemeken (Erlangen, Jena, Lipcse, Halle, Berlin) tanult, ahol megismerte a filantropisták pedagógiai irányát. Hazatérve Surányban, majd 1767-től haláláig Szarvason volt lelkész. Tessedik Sámuel, mint evangélikus lelkész, Szarvasra kerülve bevezette a házasulandók oktatását, család- és beteglátogatásokat tett, valamint nyilvános előadásaiiban igyekezett „*felmutatni a babonaságnak, az uralkodó előítéleteknek és káros szokásoknak esztelenségét; s emellett kimutattam az Isten munkáiban, a természetben nyilatkozó nagyot, szépet és hasznosat.*” 1786-ban elérte, hogy a szarvasi evangélikusok templom (*2. ábra*) építésére kapjanak engedélyt, melyet 1788-ban szenteltek fel (Horváth, 2015). Műveit latinul, illetve német nyelven írta.

Jelen munkában terjedelmi korlátok miatt Tessedik Sámuelnek csak az oktatási és agrárinnovációs tevékenységével van lehetőségünk részletesebben foglalkozni.

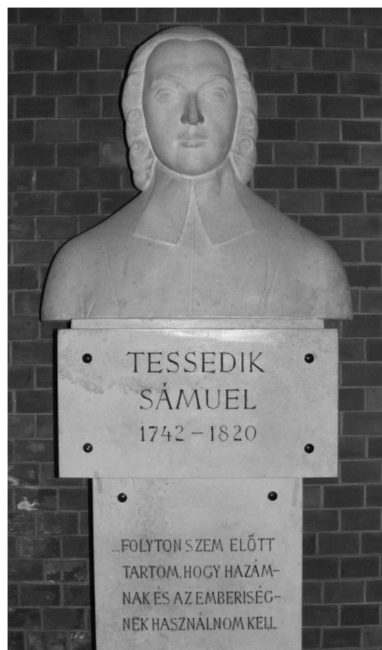
## 2. Az iskolaalapító

Tessedik – lelkeszi teendői mellett – a Békés megyei evangélikus iskolák felügyelői tisztét is betöltötte. A szarvasi iskolákban szerzett tapasztalatai, valamint „a rám bízott tizennégy iskolának első meglátogatása alkalmával azonnal észrevettem a borzasztó slendrianizmus pusztításait, s meggyőződtem, hogy itt a legszentebb törekvés, a legvilágosabb okoskodás is csekély hatású lesz. Ezért elhatároztam magamban, hogy az én eszményem szerinti mintaiskolát fogok felállítani.” (Kissné, 2010). Hosszú előkészítés után 1780-ban „gyakorlati-gazdasági és szorgalmatossági” iskolát létesített Szarvason, ahol oktatáspolitikai elgondolásait valóra válthatta, és nevelői, felvilágosítási és emberbaráti törekvései kiteljesedhettek. A szarvasi agrárképzés hagyományai ezeken az alapokon nyugszanak (Lásd: 2. ábra). Tessedik saját családi jövedelméből 17 000 aranyat szánt az iskolára, ezen kívül négy évig ingyen oktatott, és amit nem lehet megfizetni: életéből 25 esztendőt áldozott az iskolára.

1. ábra: Tessedik Sámuel sírja a szarvasi Ó-temetőben



2. ábra: Tessedik Sámuel szobra a SZIE ÖVGI aulájában



Forrás: Bodnár Károly felvételei.

*"Oh ti község-tanítók! vizsgáljátok meg egyszer jól a dolgot és tanítsátok meg a Paraszt embert is okosan gondolkozni".* Tehát a tanítótól azt is elvárta, hogy a felnőtt lakosság felvilágosításával foglalkozzon, továbbá a tanítók illetményfölddel rendelkezzenek, és azt saját maguk műveljék. Fontos tehát, hogy mintaszerűen gazdálkodjanak, hogy a paraszt lássa a jó példát, ezért a tanítónak magának "jó

*parasztgazdának kell lennie*". Ebben is a nép felvilágosítását, okszerű gazdálkodásra példa segítségével való szoktatását tartotta szem előtt (Bilibok, 1974).

1779. augusztus 30-án kérvényt adott be a szarvasi urasághoz, amelyben 6 hold földet kért. A Harruckern-örökösök 1780. május 8-án kiutalták az óhajtott (de szikes) területet, ahol Tessedik saját költségén egy kisebb iskolát épített, gazdasági kertet, könyvtárat rendezett be, és tanította a szarvasi fiúkat, leányokat (Molitorisz, 2013). A gyakorlati oktatást a legkisebb gyermekeknél kezdték könnyű dolgokkal, mindig a növendékek szellemi és testi erejéhez mérten.

A Gyakorlati Gazdasági Iskola tantervét 1782-ben fogadták el, és az iskola működésének köszönhetően 1787-ben II. Józseftől királyi kitüntetést kapott. 1791-ben Tessedik már emeletes épületben (ma Tessedik Sámuel Múzeum) oktatta az ifjúságot, számuk 1792-ben 991 fő volt. 1793-ban felsőbb felszólításra I. Ferenc királynak mutatta be tantervét és tanmódszerét. Tessedik addigra már országosan ismert lett. Ennek köszönhetően 1796-ban Festetics György gróf őt kérte fel, hogy véleményezze a *Georgikon* tervezetét, majd 1797-ben meghívta a Georgikon igazgatására, ám a felkérést Tessedik nem fogadta el (Horváth, 2015). Tessedik ily módon kötődött Keszthelyhez, ahol később szobrot is kapott.

Éppen szarvasi iskolája hírnevének köszönhetően, jelentős szerep jutott Tessediknek az akkortájt létesített másik, a gróf Nádkó Kristóf által 1802-ben Nagyszentmiklóson létrehozott gyakorlati gazdasági szakiskola (későbbi nevén: földműves iskola) felállításában, mely az ő tervei alapján kezdte meg működését (Fehér, 2002).

Egy 1791-es adományozás nyomán további 39 holdnyi területen gazdálkodhatott. Ezen a modern mezőgazdasági módszerek elsajátítását gyakorlati képzéssel egészítette ki, törekedve egy fejlettebb gazdálkodásra képes paraszti réteg kinevelésére.

A tanítás nyelve a tananyag jellegétől, illetve a tanulók anyanyelvi összetételétől függően változott. Tessedik maga állította össze iskolája tantervét. A tankönyvek jelentős részét is maga írta. Iskoláját laboratóriummal, szemléltető eszközökkel és gyűjteménnyel egészítette ki (Csománé Forgács, 2001).

Később egy 1600 holdas mintagazdaság tervezetét dolgozta ki (mely tervezetét az evangélikus egyház 1791. évi zsinata is támogatásáról biztosította), de működését egyre inkább ellehetetlenítették, így előbb 1796 és 1799 között szüneteltette iskolája működését, majd az újraindítást követően néhány év elteltével, 1806-ban végleg bezárta (Kovács, 2010).

Ebben az időben Európa szerte munkaiskolákról, népfőiskolákról és hasonló mozgalmakról lehetett hallani. Hazánkban Tessedik látnokilag előzte meg korát, és hagyott számunkra tanulságos neveléstörténeti anyagot (Beretvás-Nagy, 1938).

Legjelentősebb műve a *„Der Landmann in Ungarn was er ist, und was er sein konnte. Nebst dem Plan eines wohlregulierten Dorfes”*; mely néhány kivétellel legtöbb apró értekezésének tartalmát felöleli. A mű magyar nyelvű címe: *A parasztember Magyarországon micsoda és mi lehetne; egy jó rendbe szedett falunak rajzolatjával egyetemben*.

Ez a könyv részletesen bemutatja Tessedik törekvéseit:

1. fel akarta lendíteni a mezőgazdaságot;
2. javítani akart a falvak egészségtelen felépítésén;
3. intézményes alapon képzett jobbággyokkal és tisztviselőkkel rendet óhajtott teremteni a falu belső berendezkedésében.

### 3. Újítások a gazdálkodásban

A szarvasi paplak kertjének és mintagazdaságának szikes talaja volt, amit 37 év számos kísérletével igyekezett termővé tenni (Ferencz, 1967). Sok-sok tanulmány és munka után arról győződött meg, hogy gyakori szántás, más anyaggal (gipsszel, agyagos, márgás sárgafölddel) való keverés, homokkal, hamuval, trágyával való behintés által a szikes földek termőföldekké alakíthatók át. Ezt a talajjavító eljárását utóbb Szarvason dolgozó olasz gátépítő munkások az olasz *diga*, azaz a gát szó után *digózásnak* nevezték el, mert hiszen az eljárás jórészen kubikolásból és feltöltésből állt. A Tessedik-féle digózás bevált módja a szikes talajok javításának. Korát messze megelőzve, bámulatos sikereket ért el a használhatatlan szik termővé tételében. Gondos, a legapróbb részletekre kiterjedő kísérletek révén annyira fel tudta javítani szikeseit, hogy egy-egy holdjuk a legszárazabb esztendőben is 150 forint értékű hasznot hozott. Tessedik tanításai következtében látták be a gazdák azt is, hogy a termőföld, ha abból állandóan hasznot akarnak húzni, éppúgy tápanyag bevitelre szorul, akár az élővilág. 1779-ben egy szarvasi gazda az akkori nagy szárazságra való tekintettel „szokatlan kísérletet tett”: földjét megrágyázta, majd a trágyát beszántotta, és amikor így egy pozsonyi mérő bevetett búza 22 mérőt termett, akkor igazat adtak Tessediknek, a tanítónak, és „...*megszűnt azon kártékony balhit, hogy a szarvasi föld nem szorul trágyázásra.*” (Nádor, 1940; Molitorisz, 2013). A nagyobb diákok megtanulták a földnek természetes és műtrágyával való javítását, mely utóbbi nálunk abban az időben még majdnem ismeretlen volt.

Először alkalmazott a környéken sorvetést. Propagálta a kukorica termesztését, és a kapások szántóföldi művelését a talaj termőerejének fokozása céljából is fontosnak tartotta. Meghonosította a vasborona és a henger használatát.

Abban az időben Szarvason kevesen alkalmazták a több figyelmet igénylő háromnyomásos vetésváltást. Általában minden évben új földet vetettek be, és a tavalyit sokáig pihenni hagyták, de ez már nem vált be, mert a népesség nőtt, a föld pedig kevés volt, és trágyázás nélkül nem adott elegendő gabonát. Tessedik jó példával járt elől, és másokat is rá akart bírni, hogy állati vagy növényi anyagokkal javítsa földjét.

Megfigyelte, hogy vidéken az emberek kizárólag kalászos növényeket vetnek, és ha a gabonára rossz esztendő jár, éhínség következett. Ezért meg akarta honosítani a kertgazdaságot. Különböző répa-fajokat, káposztaféléket, hüvelyeseket termesztett, s a velük való bánásmódot bemutatta gazdasági kertjében. Iskolája kertjében 53-féle termés volt megtalálható. Felesége, hű segítőtársa répát, burgonyát, salátafajokat nevelt, amiből évente 80-120 forint bevétele volt, továbbá gyűjtötte a gyógynövényeket (Molitorisz, 2013). Tessedik felesége kenyérsütésre és pálinkafőzésre használta a burgonyát. A kertészkedés széleskörű népszerűsítése, és

az életében megbukott olvasókörok alakítása 20 évvel halála után indulhatott meg igazán (von Vincze, 1969).

Békés megyének nagy hiányossága volt, hogy nagyon rossz gyepai voltak, és a nyári forróság idején még az is kiégett, és semmiféle legelő sem volt. Ennek orvoslására Tessedik szálatakarmányokat, lucernát, lóherét vetett, melyet hazánkban abban az időben csak kivételesen a nagy uradalmi birtokokon ismertek. Sokat tett a helyes rét- és legelőművelés, a szénaszárítás és a szénapajták építése terén. A gyakorlatban adott jó példát a pillangós virágúak, elsősorban a takarmánynövényként termesztett fajok elterjesztéséért. 1788-ban már 8 mázsa lucernamagot produkált, a következő évben 14-et, és voltak emberek, akik szavára hallgatva 90 mázsa magot is nyertek, amit jó pénzért az ország minden részébe, sőt Németországba is szállítottak. Majd leírta e takarmánynövények termesztését és 1000 magyar-, 1000 németnyelvű példányban kinyomtatva szétküldte a különböző vármegyékbe. E takarmányokkal remélte helyrehozni a parasztság csenevész marhaállományát, amelyet a takarmányhiány mellett még paraziták és különböző járványok is pusztítottak (Molitorisz, 2013; Szenté és mtsai, 1986)).

Kísérletezéssel igyekezett rájönni a legjobb művelési eljárásokra. Arra törekedett továbbá, hogy az időt és a munkaerőt minél célszerűbben használja ki, hogy lehetőleg sokféle hazai és külföldi terményt termeljen, hogy elegendő takarmánykészletet gyűjtsön kedvezőtlen időjárás, jégverés, szárazság, áradás esetére, hogy jobb hasznát vegye az állatoknak (Nádor, 1940).

Általános baj volt az Alföld minden vidékén a fahiány. A mérőföldekre elnyúló pusztákon sehol nem volt egy fa, vagy bokor, ami nyáron tűrhetetlen hőséget, télen tüzelőhiányt okozott. A katonaság ültetett ugyan erdőket, de csak a határszéli vidékeken, stratégiai okokból. Tessedik széles körű kísérletezést folytatott a gyümölcsfák meghonosítása, az oltványok nevelése terén. Az 1790-es évek közepére a sokfelől – többek között külföldről – begyűjtött alanyból mintegy 300 fajtát nemesített ki. Faiskolát létesített, melyben mindenféle vad- és nemesített gyümölcsfával kísérletezett. Az oltás és szemzés munkáit felesége végezte a tanítványok bevonásával. Az életképes csemetéket olcsón vagy ingyen szétosztotta a lakosság között (Molitorisz, 2013, Csománé, 2001). A termelt körtéből és almából gyümölcsbort is készített.

A szőlészet és borászkodás kedvtelésévé vált, sikeresen próbálkozott még az aszúborral is. Több szőlőfajta telepítésével is kísérletezett.

Önéletírása szerint 10-12 ezer fát – gyümölcsfákat, jávorfát, égerfát, nyárfát, olasz, karolinai és kanadai akácot, szilfát, platánt, bükkfát és észak-amerikai gyalogfenyőt – ültetett. Volt, amit magról, volt, amit vegetatív úton szaporított (Horváth, 2015; Molnár, 2012).

Ő telepített először akácot Magyarországon. Az Európába 1601-ben behozott akácfa telepítése a legnagyobb mennyiségben és a leggyorsabban Németországban terjedt el. Ott 1700-ban már a nagyon elterjedt fák közé sorolták, és a XVIII. század második felében már erdősítésre is felhasználták. Ezt látta és tanulmányozta Tessedik németországi egyetemi éveiben. Amikor aztán Szarvason a kertjében egy akácfát talált, mely a kert kiégett, száraz talaján is jól nőtt, az akác kiterjedtebb

termesztéséhez kezdett. Később gyakorlati gazdasági iskolájában egész éven át előadásokat tartott az akácról, százával, ezrével ültette az akácokat (az utolsó neki tulajdonított fa törzse ma Szarvason a Szabadság úton látható.), és úton-útfélen magyarázta a parasztoknak annak árnyékot, mézet, haszon- és tűzifát szolgáltató értékeit. Az is nagy hatást keltett, hogy a fa levelét esetenként teheneivel etette is. 1796 és 1803 között írta és szerkesztette az "Unechter Akazienbaum" című folyóiratot. 2014-ben a Hungarikum Bizottság az akácfát és az akácmézet hungarikumnak nyilvánította (Anonim, 2014).

Az állattenyésztés terén is számos új eljárást vezetett be. Kút nem volt a legelőkön, ha itatni kellett, vagy a több kilométernyi messzeségben levő folyóhoz hajtották, és a hosszú úttal gyötörték az állatokat, vagy bűzös pocsolókból itattak, melyek után a kitört járvány százával szedte áldozatait (Szent István és mtsai, 1986). Tessedik kutakat ásatott. Jutulmat tűzött ki azon pásztor számára, akinél a rábízott jószág közül legkevesebb pusztul el. Megtiltotta, hogy a beteg vagy elhullott marhát a pásztorok adják, nehogy a gazda kárából hasznot húzzon, s ez esetleg rossz útra csábítsa. Hogy a pásztorok megbízhatóságát ellenőriztesse, hetenként más-más két ember ment ki a faluból a gulya állapotát felülvizsgálni. Javasolta, hogy a Körös romlott vizű kiöntéseit vezessék le úgy, hogy árkokat ássanak.

Fontos volt „a takarmányos színek helyes berendezése, a marhák szabályos etetése, rendes cselédek, jó takarmány (répa, lóhere, szecska, dara)”, „A marhaistállók rendkívüli tisztasága és a hizlalt ökrök roppant súlya”. Gazdaságában Tessedik, épp a takarmánytermesztés kiszélesítése révén, fejlettebb istállózott állattenyésztést tudott folytatni, és ennek révén jelentősen növelte a tejhozamokat és a tejtermékeket (Nádor, 1940; Csománé, 2001). Rendszeresen tudta trágyázni földjeit. Tessedik megmutatta, hogy hogyan kell az eladásra vagy levágásra szánt marhát istállóban tartva, répával és más takarmányokkal felhizlalni, az állatokat helyesen gondozni, tisztán tartani (Molitorisz, 2013). Tanítványai (a lányok) ügyeltek a higiénára, és művészei lettek a tejfeldolgozásnak, rendszeresen szállítottak sajtot, vaját a pesti piacokra.

Egy évvel a bécsi méhészkola megalapítása után Tessedik Szarvason az iskolában bevezette a *méhészeti ismeretek oktatását*, és azt 34 éven át fenn is tartotta. Tessedik édesanyja mézeskalács készítésével is foglalkozott (Kis, 2020). Első felesége (Markovitz Terézia) részt vett a méhészeti oktatásban. Az elméleti órákon az anyásítással, bölcsőmentéssel, rajbefogással, stb. foglalkoztak. Gyakorlati órákon tanulták meg a gyerekek a méhek közötti viselkedést, az eszközök, szerszámok használatát, a mézelszedést, stb.. *Tessedik 1794-től a méhcsaládok leölése nélkül méhészkedett.* A modern méhészkedés révén jelentős lett a szarvasi méztermelés is. Az akáctelepítéseknek köszönhetően az akácméz eljuthatott távolabbi vidékekre is.

Foglalkozott selyemhernyó tenyésztéssel, amelynek terjedését már Mária Terézia és II. József is nagyon óhajtotta. Jól értette, hogy hogyan kell ezt a nagy figyelmet igénylő tantárgyat bevezetni, és a növendékekkel megkedveltetni. Elkezdte a tanítást az eperfa ültetésén, majd megmutatta, hogyan kell a lombjával a hernyókat táplálni, a selyemgubókat leforrázni és felgombolyítani, végül a selyemszál fonását is bevezette. A jobb eredmény érdekében, elküldte feleségét és

legidősebb leányát, még másik három leánnyal együtt Mazzucattohoz, a budai selyemgyár igazgatójához, hogy selyemfonást tanuljanak, és a tapasztaltakat az intézetben hasznosítsák (Molitorisz, 2013).

Az alapanyag termelés mellett figyelme kiterjedt a feldolgozóiparra is. *„A gyárak Magyarországon a legvirágzóbb állapotban lehetnének, mert a szükséges és jó terményekben nincsen hiány, ellenben igenis a feldolgozás ügyességében. S miért nincs ez meg? Ennek több oka van. Olyan intézetek felállítása, ahol a polgár az iparüzéshez szükséges, úgymint természettudományi, technológiai, oekonomiai, kereskedelmi ismeretekre tehetne szert, még mindig csak jámbor óhaj, amely bár részben teljesedett (mint a szarvasi iskola (Bertók, 2009)), azonban anélkül, hogy a közönség figyelmét eléggé magára vonta s utánzásra serkentette volna.”* Noha Tessedik munkájában ipar (*Industrie*) alatt elsősorban a talajjavítást, csatornázást, öntözést, okszerű földművelést, belterjes állattenyésztést értette. Nem hivatkozott az államhatalomra, nem várta felülről a magyar gazdasági fejlődést, hanem a helyi erőforrások kihasználását ajánlotta, és a felvilágosítás, az oktatás fontosságát hangsúlyozta (Bilibok, 1974).

Első kísérleti répacukorgyárunk Debrecenben a Tessedik által termelt répamagból vetett növényt dolgozta fel.

Sokat buzgólkodott a repcetermelés fejlesztésén, ami közrejátszott abban, hogy 1787-ben Rohoska Mátyás szarvasi molnármester felállította az első olajmalmot. Ez a vállalkozás olyan jól bevált, hogy messze vidékről is jöttek hozzá olajat sajtoltatni. Szarvas egész kis gazdasági központ lett a vidék számára (Nádor, 1940).

Jelentős sikereket ért el végül a feldolgozóipar, az értékesítés, a vízi és szárazföldi szállítás, a csatornázás és takarékmagtárak létesítése terén is. Már a XVIII. század végén Tessedik az, aki kellő szakértelemmel értekezett a mezőgazdasági termékkereskedelem fontosságáról (Kovács, 2010).

Ipar- és vállalkozásfejlesztési törekvései azonban nem kaptak kellő támogatást, mert az nem illeszkedett sem a Habsburgok politikájához, sem a hazai uralkodó osztály érdekeihez. Felvilágosult nézetei, valamint a magyar jakobinus mozgalomban vállalt szerepe miatt kivégzett Hajnóczy Józsefhez fűződő szoros kapcsolata (unokatestvérek voltak) (Kowalska és Kantek, 2016) sem erősítették pozícióját. Munkáját annak ellenére végezte makacs elszántsággal, hogy számtalan akadályba ütközött. A szarvasi parasztság egy része sem értette meg szándékait. Egyházi előljárói megvádolták, hogy kísérletei miatt elhanyagolja lelkeszi kötelességeit, a környékbeli parasztok kertjét többször tönkretették, és a földművelés miatt vakondnak csúfolták.

#### 4. Összegzés, záró gondolatok

Tessedik azt vallotta, hogy a gazdálkodás tudomány, amely iskolázottságot kíván, gyakorlati útmutatást, kísérleteket követel – mindezt ő a gyakorlókertekben szándékozott elsajátíttatni, – valamint a gazdaság olyan közügy, mely felette áll minden felekezeti érdekeknek (Bertók, 2009). Tessedik tehát a maga fáradságos munkájával azt a hatalmas fejlődést indította el, amelynek eredményei ugyan csak jóval később mutatkoztak, de e fejlődés kétségtelenül az Ő nevéhez fűződik. Alkotó

személyisége a szilárd jellemre, következetes, rendíthetetlen erkölcsi normákra épült. A létrejövő „parasztiskolák” azt a célt szolgálták, ami Tessediket többek közt foglalkoztatta: megindítani, fejleszteni Magyarországon a kapitalista termelést elősegítő mezőgazdasági szakoktatást. Szerteágazó, sokoldalú munkásságával a társadalmi fejlődést támogatta, mert a népoktatás reformjával, a parasztok felvilágosításával, műveltségi szintjük emelésével a polgári állam kialakulása felé egyengette az utat. Ez pedig nagy társadalmi jelentőséget hordozó tett volt még akkor is, ha sokáig nem ismerték fel tevékenységében ezt a tendenciát.

Ez évben e helyen is megemlékezünk Tessedik Sámuel iskolaalapítása 240. és halálának 200. évfordulójáról.

## Irodalomjegyzék

- Anonim (2014): Hungarikum let a magyar akácfa. BEOL, 2014. 05. 16. <https://www.beol.hu/bekes/kozelet-bekes/hungarikum-lett-a-magyar-akacfa-553701/> (2020. 04. 26.)
- Beretvás-Nagy S. (1938): Tessedik Sámuel: Szarvasi nevezetességek, azaz Szarvas Mezőváros Gazdasági Krónikája, Magyarásgtudomány Könyvei I., Budapest, 152. 1.
- Bertók R. (2009): Nemzetgazdák és nevelők. Létünk, 3 (4): 30–42.
- Bilibok Pné (1974): Adalékok Tessedik Sámuel társadalmi és pedagógiai harcainak történetéhez, valamint szarvasi hatásához. doktori értekezés, Szarvas.
- Csománé Forgács E. (2001): Tessedik Sámuel kora és tevékenysége. Iskolakultúra, 3: 81–89.
- Fehér K. (2002): Hatvani István és tanítványai. Országos Pedagógiai Könyvtár és Múzeum, Budapest, 139 p.
- Ferencz K. (1967): Tessedik Sámuel talajtani és talajhasznosítási munkássága. Agrokémia és Talajtani, 16 (1–2): 279–286.
- Horváth T. (2015): Tessedik Sámuel könyv a raktár mélyéről. A' paraszt ember Magyar országban, mitsoda és mi lehetne. Agrárkönyvtári Hírvilág, 22: 1. (<http://www.mezogazdasagikonyvtar.hu/assets/Hirvilag/AH2015/1/tessedik-samuel-paraszt-magyarorszagon.htm>) (2020. 04. 26.)
- Kelemen I. (2011): A cukorrépa termesztés Magyarországon. CIBE Közgyűlés, 2011. 05. 26., Budapest.
- Kis J. (2020): A méz története az idők folyamán. “Fagyöngy” Méhészet. <https://fagyongymeheszet.gportal.hu/gindex.php?pg=35528360> (2020. 04. 26.)
- Kissné Zsámboki R. (2010): Derék papnék dicsérete: a késő-középkori és újkori protestáns lelkészfeleségek sajátosan összetett szerepkörének bemutatása Luther Márton és Tessedik Sámuel hitveseinek életútján keresztül. Iskolakultúra, 20 (1): 3–12.
- Kowalska, E., Kantek, K. (2016): Magyarországi rapszódia avagy Hajnóczy József tragikus története. Magyarországi Szlovákok Kutatóintézete, Békéscsaba, KOR/RIDOR Könyvek 4.
- Kovács Gy. (2010): Protestantizmus és kapitalizmus: magyar gazdaság- és eszmetörténeti tanulságok. PhD értekezés, SZTE Közgazdaságtani Doktori Iskola, Szeged.
- Lukács Z. (2011): Mesélnek a fák. A szarvasi Tessedik-akác. [https://www.gardenkerteszet.hu/ma\\_files/tessedik\\_akac.pdf](https://www.gardenkerteszet.hu/ma_files/tessedik_akac.pdf) (2020. 04. 26.)
- Molitorisz P. (2013): Szeniczey Vilma Tessedik Sámuelről. Agrártörténeti Füzetek 38., SZIE GA EK, Szarvas.
- Molnár I. (2012): A földműveléstan fejlődésének története. A Magyar Tudomány Napja a Délvidéken 2012. november 24, Vajdasági Magyar Tudományos Társaság, Újvidék.
- Nádor I. (1960): Tessedik Sámuel szerepe az Alföld fásításában. Az Erdő, 9 (95):10, 380–384.
- Nádor J. (1940): Tessedik Sámuel az ország papja Szarvason. életrajz, Egyházunk Nagyjai 13., Luther Társaság, Budapest.



- Szenti T., Bicsérdy Gy., Facsar I. (1986): Marhavész a XIX. század első felében. Állatorvostudományi Egyetem Állategészségügyi Főiskolai Kar, Hódmezővásárhely.
- von Vincze, L. (1969): Ein Philanthropist In Der Geschichte Der Ungarischen Pädagogik: Samuel Tessedik (1742-1820), Paedagogica Historica, 9 (1–2): 497–529.
- Zsilinszky M. (ford.) (1942): Tessedik Sámuel önéletírása. Müller Nyomda, Szarvas.



## AZ AGRÁR STARTUP ÖKOSZISZTÉMÁK SIKERESSÉGÉNEK ÖSSZETEVŐI

Nagy Sándor

**Absztrakt:** Az innováció és a technológia fejlődés olyan eszközök, amelyek nélkül a környezeti változásokra adott intelligens, a hosszú távon is a fenntarthatóságot szolgáló válaszreakciók elképzelhetetlenek. Az agrárium egy olyan nagy jelentőségű terület, ahol ezek a globális és lokális kihívások hatványozottan jelennek meg. A szektort eddig elkerülte az intenzív technológiai fejlődés, a digitális transzformáció, holott nagy szükség lenne rá. Az említett tevékenységeket a legnagyobb hatékonysággal a startupok és azok támogatói háttere, a startup ökoszisztémák képesek szolgálni. A tanulmány a legfontosabb fogalmakat és összefüggéseket tisztázza ennek kapcsán, illetve gyakorlati vonatkozásokat, ajánlásokat is megfogalmaz az ökoszisztémák sikerességének eléréséhez.

**Abstract:** Innovation and the technological development are such tools without which the intelligent responses to environmental changes, while contributing the long run sustainability at the same time, are unimaginable. Agriculture is such a relevant sphere where these global and local challenges emerge more intensively. The sector has been so far avoided by large-scale technological development, the digital transformation, although it would be necessary. These activities can be served with the greatest efficiency by startups and their supporting background, by startup ecosystems. The study clarifies the most important definitions, concepts and nexuses in this regard, and also mention practical aspects and formulates recommendations for achieving the success of ecosystems.

**Kulcsszavak:** startup, ökoszisztémák, agrártechnológia, sikerességi tényezők

**Keywords:** startup, ecosystems, agtech, success factors

### 1. Bevezetés

A társadalmi-gazdasági rendszerekre és szereplőkre egyre nagyobb változtatási, alkalmazkodási kényszer nehezedik. Számos olyan tényező és körülmény hatása erősödik fel napjainkban is, amelyek ezen folyamatokat aktivizálják és katalizálják. A reakciók mellőzése, megtagadása az aktorok részéről egy ilyen környezetben magával vonja a kudarcot. Elég csupán két példát említeni az illusztrációhoz: (1) a globális fenntarthatóság kérdése és (2) az elérhető információk mennyiségének drasztikus növekedése, kiegészítve azokkal a technológiákkal, amelyekkel ezek feldolgozhatóak, erőforrássá konvertálhatóak és előnyünkre fordíthatóak. Olvasatomban a két terület számos közös metszettel bír, ezért is érdemes lehet ezeket együtt tárgyalni. Mindkettő természetének és következményeinek megértéséhez elengedhetetlen a rendszerszemlélet, a mögöttes struktúrák, hálózatok feltérképezése, sőt mindkettőnél a nemlinearitás (komplexitás) mint rendszerjellemző is figyelembe veendő. A fenntarthatóság kapcsán meg kell említsük az anyag, az energia és az információ áramlását, körforgását és azok jellegzetességeit, míg a másik terület értelemszerűen az információra van kihegyezve, ebben a megközelítésben akár a fenntarthatóság egyik részhalmozaként is tekinthetünk rá. Azt állítom tehát, hogy az információkkal való tudatos gazdálkodás (digitalizáció) elősegíti a fenntarthatóságot.

A minőségi, releváns információk javuló elérhetősége, kinyerhetősége az információáramlás felgyorsulása olyan helyzeteket is generálhatnak a megszokottakon kívül, amelyek bekövetkezési valószínűsége eddig igen alacsony volt. A második példánk tehát – a mögöttes hálózati jellemzők megváltozása, a rendszerdinamika felerősödése révén – új kapcsolatokat, új (hálózati) struktúrákat és a nemlinearitás következményeként előre meg nem jósolható mintázatokat eredményez. Többek között a globális verseny fokozódása is ez utóbbi példának a megszokott, tendenciózus következménye, de a kaotikusnak nevezhető, az átlagtól nagy kilengéseket mutató események egyre gyakoribb megjelenése is egy okozat (pl. gyorsuló technológiai fejlődés, diszruptív folyamatok felerősödése)(bővebben lásd pl. Mérő, 2014). Az adaptáció, az intelligens alkalmazkodás, a tradicionális és nem tradicionális erőforrások hatékonyságának növelése, a tanulási folyamatok és a tudás menedzselése, illetve ezek fontossága ma már megkérdőjelezhetetlen ezen területek vonatkozásában. Az előbbi felsorolásban található tevékenységek sikerességéhez az innováció jelenti a kiindulási alapot. Tanulmányomban egy olyan területtel szeretnék foglalkozni, amelyben összeolvad az innováció, az információs technológia és a fenntarthatóság kérdése is: *az agrárium digitális átalakulása*.

Ezen belül is főleg az innováció megjelenésére és annak speciális támogatói környezetére fókuszálok, nevezetten az agrár startup ökoszisztémák egyes jellegzetességeire. Célkitűzésem, hogy a vonatkozó gondolatokat szintetizáljam és a gyakorlatban is hasznosítható következtetéseket vonjak le belőlük.

A továbbiakban érintőlegesen tárgyalom a startupok egyes jellegzetességeit, illetve általánosságban ismertetem azt a közeget, amelyben ezek az innovációra kihegyezett vállalkozások működnek. Az ökoszisztémák elemeinek bemutatása után rávilágítok annak sikertényezőire is. Az agrártechnológiai szektor áttekintése után gyakorlati vonatkozásokat is kiemelek a sikeresség vonatkozásában.

## 2. A startup vállalkozások általános jellemzése

A *startup* szó korunk egyik divatos kifejezése, ugyanakkor gyakran félreértik a mögöttes lényegét és tartalmát. A startup nem csak egy kezdő vállalkozás és nem összekeverendő egy induló KKV-val. A „*startup-ság*” inkább egy hozzáállás, szemlélet, elköteleződés és a „végtelen” lehetőségek kiindulási alapja, amennyiben hétköznapi nyelvre szeretném lefordítani. Természetesen szakmailag közelítve már sokkal árnyaltabb a kép. A startup az életciklusának elején tartó, a támogatói környezetétől el nem választható módon értelmezhető olyan formális üzleti vállalkozás, amely az alábbi tipikus jellemzőket és megkülönböztető jegyeket hordozza magán:

- speciális, nem hagyományos erőforrásokat aktivizál és hasznosít (pl. információ, tudás, kreativitás, hálózati pozíciók, kapcsolati tőke, ökoszisztéma által generált előnyök),
- ezen erőforrások nemlineáris értékláncban hasznosulnak, azaz az értékteremtő folyamatok nem írhatóak le olyan egzaktul és determinisztikusan mint egy klasszikus termelővállalatnál, következésképp

egy startupnál új típusú menedzsment megközelítésre van szükség, amely merőben más módszereket használ (Nagy–Gulyás, 2015),

- az innovációt, a progressziót és a növekedést serkentő szervezeti kultúra jellemzi,
- innovációs aktivitása diszruptív folyamatokat indukálhat. Mindez azt jelenti, hogy a saját szűkebben értelmezett vagy más, akár nem konkurens iparágakban a korábban működő megoldásokat, üzleti modelleket, munkahelyeket tesznek feleslegessé és idejétmülttá. Schumpeter (1934) erre a jelenségre a teremtő rombolás kifejezést használta. A diszruptió összességében a technológiai fejlődés és a hálózati struktúrák átalakulása miatt egyre gyorsabbá és nagyobb hatásúvá válik, valamint eseti felbukkanásának körülményei, gyakorisága is egyre kiszámíthatatlanabb lesz,
- a digitális transzformációt segíti elő, meghatározóan digitális megoldásokat és technológiákat felhasználva,
- a szakosodott támogatói környezet növeli túlélési esélyeit, segíti fejlődését, növekedését (startup ökoszisztémák, szakosodott ökoszisztéma szereplők: pl. inkubátorok, akszelerátorok, mentorok, startup stúdiók stb.),
- az alapítókat az innovatori személyiségjegyek jellemzik, az átlagtól eltérő, divergens gondolkodásmóddal rendelkeznek,
- az átlagosnál jóval magasabb üzleti kockázatok jellemzik működését és fejlődését, cserébe sokkal magasabb az értékteremtő képessége és potenciálja,
- értékajánlata más piacokon is helytálló lehet, ezért könnyen terjedhet az a megoldás, amit bizonyos fogyasztói problémákra kínál. Ekkor a startup gyors növekedése remélhető és várható. Ebben az esetben a skálázhatóságról beszélünk,
- a speciális kockázatokhoz és potenciálhoz illő, azokat kezelni képes különleges finanszírozási eszközök, lehetőségek és finanszírozási szereplők jönnek létre,
- rendkívül aktív (formális és informális) kapcsolatok jellemzőek a működési környezet szereplőivel,
- a nyitottság, az egyéni és a szervezeti tanulási készségek szintén átlag felettiek.

Tehát a startupok olyan elkötelezett vállalkozások, amelyek az innovációt, az új megoldásokat és a gyors növekedést (skálázhatóság) helyezik látóterük középpontjába. Mivel – nagyon általánosan fogalmazva – a startupok az információáramlást, az információfeldolgozást és -gazdálkodást, az információ → tudás konverziót segítik elő digitális technológiáikkal, amelyek hozadékként a hatékonyabb erőforrás-felhasználást teszik lehetővé, így végeredményben potenciálisan pozitív hatással lehetnek a fenntarthatóságra is.

A startupok akkor tudnak igazán növekedni és fejlődni, ha egy számukra kedvező, támogató környezetbe beágyazódva léteznek. Az ilyen környezetet startup ökoszisztémának nevezhetjük. Az elnevezés nem véletlenül áthallásos a biológiából

ismert fogalommal. A rendszerelmélet a biológia tudományának területéről érkezik, ahol is igény jelentkezett az életközösségek, valamint a fajok közötti interakciók működésének és következményeinek jobb, részletesebb megértésére (von Bertalanffy, 1950, 1968). Az általános rendszerelmélet (*General System Theory – GST*) később más tudományterületeket is meghódított, hiszen a folyamatokat, összefüggéseket leíró szabályszerűségek általánosíthatóak és a magyarázóerő, amit az elmélet kínál szintén meggyőző. Ha a startup ökoszisztémák vizsgálatáról beszélünk, akkor szintén hasznosnak bizonyul azoknak a párhuzamoknak a figyelembevételé, amelyek a biológiai életközösségek dinamikáját, fejlődését, alkalmazkodását, illetve belső szerkezetét írják le.

### 3. Startup ökoszisztémák és azok sikeressége

Cukier és Kon (2018) a következőképp definiálják a startupokat körülölő támogatói környezetet: „A startup ökoszisztémát olyan meghatározott régióként definiáljuk, nagyjából 50 km-es (vagy 1 órás utazási) távolságon belül, amelyet emberek, startupjaik és különféle típusú támogató szervezetek alkotnak, interakcióik komplex rendszerként hoznak létre új startup cégeket és fejlesztik a már meglévőket (Cukier–Kon, 2018: 2).”

Tanulmányukat a témában az egyik legátfogóbb munkának tartom, ezért is támaszkodok számos gondolatukra, megállapításaikra. A meghatározás az ilyen jellegű ökoszisztémák nemlineáris (komplex) jellegére világít rá, amiből egyenesen következik a folyamatosan változó struktúra is. A másik fontos tényező a földrajzi lehatárolás. A különböző gazdasági szereplők hasonló jellegű földrajzi koncentrálódását Porter (2011) klasztereknek nevezte el és a cégek versenyelőnyeinek keletkezését igyekezett az ilyen jellegű lokális pozitív externáliákkal magyarázni. A klaszterek és ökoszisztémák közötti különbséget Cukier és Kon az eltérő rendszerdinamikával magyarázták, az előbbieket inkább statikus, állandósult kapcsolatoknak látják, míg az utóbbira úgy tekintenek, mint egy olyan halmaz, ahol az aktorok közösen, egymást segítve fejlődnek. Az ökoszisztémákat magasabb szintű gyűjtőtégelynek tekintik, amelyeknek kisebb alkotórésze a klaszter (Cukier–Kon, 2018 idézi Moore, 1993). Megemlíteném, hogy a földrajzi lehatárolás nem feltétlen tartozik a szigorúan meghatározó ismérvek közé. Számos olyan terület és értelmezés létezik, ahol a szorosan együttműködő, összekapcsolódó szereplőket már ökoszisztémaként emlegetik. Sokkal inkább meghatározó tényező ilyenkor a startupok jelenléte (a maguk sajátos jellegzetességeivel együtt), a tevékenységek minősége és a kapcsolódások milyensége.

A startupokra és az ilyen jellegű vállalkozásokat magukba tömörítő támogató ökoszisztémákra irányuló elemzések szakirodalmi már jóval korábban megjelentek, mint maguk a jelzett szavak használatának a széles körű elterjedése. Marshall már az 1900-as évek elején vizsgálta azokat a szervezeteken kívülről érkező (*extern*) jótékony hatásokat, szinergiákat, amelyek hozzájárultak a területileg koncentrált iparágak termelési egységkölségeinek csökkenéséhez, ezáltal a statikus versenyelőnyök eléréséhez (Marshall, 1920). A sikeresen működő vállalkozások

felbukkanásának földrajzi vonatkozásait és az egyéb, a háttérben meghúzódó tényezőket a későbbi évtizedekben is keresték. Az ökoszisztémák szupportív, az induló vállalkozások megszületéséhez, kiteljesedéséhez hozzájáruló faktorokat a szerzők számos nézőpontból közelítették: a speciális szolgáltatások jelenléte, a humán és vállalkozói készségek, képességek fejlesztése, az ökoszisztéma entitásai, a közöttük lévő kapcsolatok minősége és mintázatai, kulturális aspektusok stb-stb. (Berger–Kuckertz, 2016, Cukier–Kon, 2018, Geibel–Manickam, 2016, Tripathi et al., 2019).

A startup ökoszisztéma kifejezés a szakirodalomban 2005 környékén jelent meg és annak használati gyakorisága évről évre exponenciálisan emelkedik. Köszönhetően ez annak is, hogy a digitális transzformáció is egyre gyorsul a különböző szektorokban, ami az új típusú vállalkozásokat és megoldásokat hívna életre (Cukier–Kon, 2018).

Érdemes megismerkednünk az ökoszisztéma szereplőivel, hiszen – már most is belátható módon – funkcióik, kapcsolataik és hálózatba rendeződésük révén hozzájárulnak a kezdő, innovatív vállalkozások sikeréhez. Az alábbi felsorolás tartalmazza a legfontosabb szereplőket és alapvető feladataikat, valamint a működést meghatározó tényezőket, feltételeket is (az egyes szereplők a jobb áttekinthetőség miatt csoportokba rendezve lesznek feltüntetve):

- startupok,
- tudásteremtés, tudásáramoltatás és edukációs halmaz: egyetemek, kutatóközpontok, tudományos parkok, érett technológiai és innovációs cégek, specializált platformok, specializált információs csatornák,
- szakmai támogató szervezetek: inkubátorok, akszelerátorok (*seed- vagy startup accelerators*), mentorok, startup stúdiók, speciális jogi szolgáltatók, coworking és eseményszervező irodák, szakosodott szervezetek és civil szervezetek, állami fejlesztési ügynökségek,
- finanszírozási szereplők: közsféra által finanszírozott alapok és fejlesztési szervezetek, üzleti angyalok (*business angels*), kockázati tőkebefektetők (*VCs – Venture Capitalists*), specializált pénzügyi szereplők,
- meghatározó működési környezet: piac – kereslet/kínálati viszonyok, versenytársak, kulturális közeg: társadalmi, vállalkozói, innovációs; geopolitikai helyzet, lokáció, hálózati struktúra, smart infrastruktúra (a technológia fejlődést kiszolgáló épített és kézzel nem fogható infrastruktúrális elemek), demográfiai helyzet, munkaerőpiac, jogi támogató környezet (Spigel, 2017),
- az *individuum*: startup alapítók, innovátorok és tagok, család, barátok, a kreatív osztály egyéb tagjai.

Az egyes szereplők részletes tárgyalására és feladataik mélységi bemutatására most nem térek ki, de a fundingsage.com honlapján rendszerezve a többségük megtalálható.

Már eddig is sokszor említésre került a siker szó, de mit is jelent ez valójában, hogyan értelmezhetjük egy ilyen összefüggésben?

Az ökoszisztéma sikereként (teljesítményeként) azonosíthatjuk a startupok számának és piaci értéküknek növekedését, a vállalkozási aktivitás erősödését, az innováció és a digitális technológia kiegyensúlyozott fejlődését, az életminőséghez és a jóllétéhez való hozzájárulást az ökoszisztéma területén, a minél nagyobb hasznos társadalmi impakt elérését, a fenntarthatóság elősegítését. Míg maga a siker viszonylag könnyen értelmezhető, addig a siker kiváltó okai, összetevői és mozgatórugói korántsem olyan egyértelműek.

Számos szerző – empiriákon nyugvó kutatások alapján – az ökoszisztémák összetevőinek és determinisztikus feltételeinek működésében, funkcióellátásában látja a választ. Stam (2018) modelljében a formális szervezetek, a vállalkozói kultúra, az épített infrastruktúra, a piaci kereslet, a hálózatok, a vezetés, a tehetség, a pénzügyi finanszírozás, az új tudás és a közvetítő szolgáltatások fontosságát hangsúlyozza. Amíg Sternberg (2014) a vezető kutató egyetemek meghatározó szerepét emelik ki, addig a WEF (*World Economic Forum*) nyolc tényezőt vizsgál: (1) elérhető piacok, (2) az emberi tényező és annak minősége, (3) finanszírozás, (4) mentorok és tanácsadók hálózata, (5) szabályozói keretrendszer, (6) elméleti és gyakorlati oktatás, (7) katalizáló vezető egyetemek és (8) kulturális támogatói háttér (WEF, 2013). Az egyetemek kritikus szerepének feltárásában kiemelendő Malecki (2018) összegző munkája, amelyben a szakirodalom ide vonatkozó téziseit gyűjti össze és véleményezi.

Feld (2012) ugyanakkor a vállalkozó szerepére fókuszál, négy olyan jellemzőt említ meg, amely szerinte hozzájárul a sikerhez. (1) a startup közösséget vállalkozóknak kell vezetnie és nem más befolyásos szereplőknek, (2) ezen vezetőknek hosszú távon elkötelezettnek kell lenniük a közösség érdekében, (3) a közösségnek nem szabad kizárónak lennie, nyitottnak kell lennie az új csatlakozók irányába, (4) magas minőségű események, kezdeményezések, amelyek a szereplők elköteleződését mélyítik, különös tekintettel az üzletfejlesztési és mentorálási programokra. Ugyancsak a vállalkozói vonalat erősíti Suresh és Ramraj (2012) is, de itt a külső tényezők befolyását elemzik. A Startup Genome (2020) tanulmányában hét sikerességi tényezőt vesz figyelembe az ökoszisztémák rangsorolásánál: (1) teljesítmény, (2) finanszírozás, (3) piacok elérhetősége, (4) tehetség, (5) összekapcsolódás, (6) tudás és (7) infrastruktúra.

Más kutatók – felülemelkedve a *hard* és *soft* tényezőkön – a hálózati struktúrára, a rendszert leíró jellemzőkre összpontosítottak. Ők a rendszerelméleti vonatkozások univerzalitása miatt a biológiai ökoszisztémákat szerkezetileg leíró mutatószámokat emeltek át, illetve a gráfelméleten alapuló hálózatokat leírni képes indikátorokat használnak. Bell-Masterson és Stangler (2015) négy indikátort használt, hogy megragadja az adott ökoszisztéma „pezsgését”: sűrűség, folyékonyság, összekapcsolódás és sokféleség. Az eddig is sokat idézett szerzőpáros – véleményem szerint a témában alapműnek is tekinthető – írásukban szintén a hálózati/strukturális jelleg vizsgálatával kívánják mérni az adott ökoszisztéma érettségi szintjét: (1) a hálózati struktúra feltérképezése, (2) a rendszer dinamikájának detektálása, (3) megfelelő módszertan kidolgozása és alkalmazása, (4) azon kritikus tényezők



beazonosítása, amelyek az ökoszisztéma érettségi szintjét leírják, illetve a fejlődés útjának meghatározását is lehetővé teszik (Cukier–Kon, 2018).

A következő fejezetben az agrárium és az innovatív, digitális technológia közös metszetét veszem szemügyre. Ez az a terület, ahol igazán van létjogosultsága a startupoknak, és érdemes megnéznünk, hogy ehhez kapcsolódóan milyen sikertényezők azonosíthatóak be.

#### 4. Az agrártechnológia területei és finanszírozási helyzete

Az agrárium és szélesebben értelmezve az agribusiness ágazata is ki van téve az adaptációs nyomásnak. A Föld népességének drasztikus növekedése, az élelmiszerhiány, a megművelhető területek korlátozottsága, a talajdegradáció mértéke, a klímaváltozás, az egyre extrémebb klimatikus kilengések, az édesvíz szűkössége és a fenntarthatóság igénye – hogy csak a legfontosabbakat említsem – olyan megkerülhetetlen tényezők, amelyekre reagálni kell. A mezőgazdasági tevékenységek nagy részét sokáig nem érte el a változás szele. Kisebb-nagyobb technológia fejlődéssel ugyan találkozhattunk az elmúlt évtizedek alatt, de az a drasztikus fejlődés, amelyeket más területeken megfigyelhattunk, elkerülte az ágazatot. A fentebb felsorolt körülményekhez való alkalmazkodást a korábbi berögzült, „megkövesedett” megoldások, gyakorlatok már nem tudták támogatni. Sok esetben az agrárium jövedelmezősége, kockázat-hozam relációi, rugalmatlan struktúrái is gátat szabtak a fejlődés előtt, az innovációs tevékenységekbe fektetett erőforrások nem tudtak úgy és olyan mértékben megtérülni, mint más szektorokban. A probléma megoldásában a digitális átállás nyújthat érdemi segítséget.

A digitális-, az információtechnológián és a magas minőségű tudáson alapuló innovatív tevékenységek és az agribusiness közös metszetét AgriTech-nek, AgTech-nek, illetve Ag-Food Tech-nek nevezik (kiegészítve itt az élelmiszeripari vonatkozásokkal is). Magyarul az agrártechnológia kifejezés lehet itt helytálló. A továbbiakban a szóhasználati gyakoriságnak megfelelően az *AgTech* kifejezést fogom használni.

A technológia használata a magasabb terméshozamokat, a hatékonyság növelését és a jövedelmezőség emelését célozza meg. A több és jobb információ és az azokból nyerhető tudás a már korábban is létező problémákra adhatnak választ: a teljes termelési/ellátási lánc egyes anomáliái, a nyomon követhetőség kérdése és a természeti erőforrásokkal való fenntartható gazdálkodás.

Az AgTech innovatív eszközei folyamatos fejlődésben vannak. A szakirodalmakat és egyéb szakmai dokumentumokat áttekintve számos lehatárolást és csoportosítást láthatunk a technológiai eszközök tárházára vonatkozóan. A teljesség igénye nélküli felsorolás illusztrálja azt a sokféleséget, amelyek a technológia és az agrárium házásságából jöttek létre (AgFUNDER, 2019, 2020; Hall, 2020; Novoseltseva, 2019; Plug and Play Techcenter.com 2020, StartUs Insights, 2018, Walker et al., 2016):

- dróntechnológia, digitális képfeldolgozás, műholdas fotográfia és szenzorok,

- IoT (Dolgok Internete) alapú digitális kommunikációs hálózatok, ahol szenzorok szolgáltatják a minőségi inputokat és a digitális nyomon követhetőség biztosítását,
- BigData (nagy méretű és igen összetett adatállományok feldolgozása) és mesterséges intelligencia,
- időjárás előrejelzés,
- automatizált öntözési rendszerek, precíziós gazdálkodás, robotika,
- intelligens fény- és hőszabályozás,
- szoftveres alkalmazás kártevők és betegségek előrejelzéséhez, talajkezeléshez és egyéb kapcsolódó elemzési feladatokhoz,
- biotechnológia, növény- és állattenyésztéshez kapcsolódó magas szintű technológiák, organikus, biológiai alapokon nyugvó növény- és állategészségügyi innovációk,
- *smart farming* (ez egy olyan rendszerszemléletű gondolkodás és annak megvalósítása, ahol a már rendelkezésre álló és az új technológiák vegyítésével a lehető legnagyobb pozitív hatást kívánják elérni),
- vertikális gazdálkodás, helykihasználás optimalizálása,
- új gazdálkodási rendszerek megjelenése és támogatása (beltéri gazdálkodás, akvakultúra/vízművelés, rovar- és algatenyésztés),
- kutatás-fejlesztést szolgáló berendezések, műszerek,
- gyártási, termelési innovációk, döntéstámogatás,
- új típusú élelmiszerek és élelmi összetevők előállítás,
- élelmiszer-feldolgozási eszközök fejlesztése,
- marketing és elosztási fejlesztések, beleértve a kiskereskedelmi elosztást és a kapcsolódó szolgáltatásokat, AgTech értékesítési, közösségi platformok,
- élelmiszerbiztonság,
- speciális finanszírozási megoldások (FinTech),
- egyéb szoftveres farmmenedzsment megoldások.

Az AgTech természetesen jó néhány ígéretes kihívás elébe is néz, amelyekre a jövőben kell technológiai megoldásokat szállítania (Hall, 2020):

- nagyvárosi fogyasztók ellátása lokális, környékbeli friss, egészséges terményekkel, élelmiszerekkel,
- önellátó gazdálkodás elősegítése,
- a termőhely és a végfelhasználó között ellátási csatornára irányuló innovációk,
- az *élelmiszer mint gyógyszer* koncepció, élelmiszer-fogyasztási mintázatok megváltoztatása, tudatos, egészséges táplálkozás.

Ha az élelmiszeriparra is kiterjedő agrártechnológia szektort nézzük (Agri-FoodTech), akkor globálisan egy relatíve kicsi területet látunk a kockázati tőkebefektetések és a startupok számának vonatkozásában, holott a klasszikus, technológiamentes anyágazat egy 7,8 billió dolláros szektor és az összlakosság több mint 40%-át foglalkoztatja. Jelentőségéhez mérten az innovációs aktivitás elkerülte és az agrárium a legkevésbé digitalizált terület napjainkban is (AgFUNDER, 2019).

A finanszírozás tekintetében is igen változatos kép tárul elénk és nem csak a korábbi felsorolásban jelzett innovációs területek kapcsán. A legutóbbi lezárt esztendőre, 2019-re vonatkozóan világszerte 19,8 milliárd USD tőkebefektetés érkezett az agrárium technológiai szektorába, ami közel 5%-os visszaesés a megelőző évhez képest. Tendenciáját tekintve ugyanakkor egy jelentős felívelés tanúi lehetünk, ami arra enged következtetni, hogy maga a tőke is egyre jelentősebb potenciált lát a startupokban. Míg 2012-ben 2,9 milliárd USD volt a befektetési összérték, 2017-ben ez már 11,5 milliárd dollárra emelkedett. A kicsúcsosodás 2018-ben volt 20,8 milliárd dollárral (AgFUNDER, 2019).

Az elmúlt évben 1858 db lezárt kockázati tőkebefektetési ügylet realizálódott, a legnagyobb finanszírozási szerződés 1 milliárd dollárt tett ki. Bármennyire is csekély a globális részesedése ennek a technológiai szektornak itt is megfigyelhetőek jobban és kevésbé jobban teljesítő alágazatok. A hivatkozott felmérés szerint az agrár biotechnológia, a farm menedzsment, a robotika, az új típusú gazdálkodás, az innovatív élelmiszerek és a digitális agribusiness piaci platformok voltak sikeresebbek és tudtak nagyobb növekedési ütemet felmutatni. Az élelmiszerkereskedelemmel és az élelmiszerfogyasztással kapcsolatos szokásokra fókuszáló digitális innovációk inkább a visszaesés jeleit tükrözik.

Országok szerinti lehatárolást vizsgálva 2019-ben az első tíz helyen az alábbi, 1. táblázatban található országok szerepeltek. A táblázat rámutat a megelőző évhez viszonyított befektetési összeg változására, a tárgyév kumulált befektetési összegére, a lezárt ügyletek számára és a pontosabb, objektívebb összehasonlítást elősegítő egy főre vetített befektetési összegre is. Érdekességképp egy-két további ország is megjelenik utalva jelentőségükre az Ag-FoodTech szektorban:

**1. táblázat: Egyes országokra vonatkozó kockázati tőkebefektetések jellemzői az élelmiszeriparral is kiegészített agrártechnológia szektorra értelmezve (2019)**

Rangsor	Ország	Kumulált kockázati tőkebefektetés (millió USD)	1 lakosra vetített befektetési összeg (USD/fő)	A változás iránya 2018-hoz képest	Lezárt finanszírozási ügyletek száma (db)
1.	USA	8700	26,51	↓	653
2.	Kína	3200	2,29	↓	181
3.	India	1300	0,95	↓	152
4.	Egyesült Királyság (UK)	1100	16,46	↑	112
5.	Kolumbia	1000	19,87	↑	12
6.	Izrael	592	65,39	↑	67
7.	Kanada	508	13,51	↓	56
8.	Franciaország	495	7,38	↑	41
9.	Spanyolország	439	9,33	↑	31
10.	Hollandia	335	19,33	↑	18
13.	Nigéria	201	1,00	↑	13
18.	Argentína	100	2,23	↑	16
19.	Ausztrália	90	3,55	↑	28
20.	Japán	88	0,70	↓	39

Forrás: AgFUNDER (2019) és a data.worldbank.org alapján saját szerkesztés.

Ha csak Európára fókuszálunk, akkor itt is a befektetések trendszerű emelkedését láthatjuk. 2012-ben még csak 200 millió USD volt az összes kockázati tőkebefektetés startupokba, addig 2019-re ez a szám elérte a 3400 millió dollárt. Ha az első 15 helyezettet megnézzük a 2019-es európai tabellán, akkor Magyarországot nem látjuk rajta. Az első három helyen az Egyesült Királyság (UK), Franciaország és Spanyolország található, a 13., 14. és 15. helyen Oroszország, Olaszország és Portugália jelenik meg. Az első helyezett 1100 millió dollárral büszkélkedhet, míg Portugália 6 millió dollárt jegyzett ilyen jellegű befektetéseknél az elmúlt évben (AgFUNDER, 2020). Áttanulmányozva a fenti táblázat adatait feltűnik egy ország, ahol lakosságárányosan és abszolút értelemben is kiemelkedik a szektorba áramló tőkebefektetés. Egy olyan országról van szó, ahol a körülmények nem nagyon kedveznek a mezőgazdasági termelésnek és bármilyen mértékű negatív változás a peremfeltételekben hatványozottan jelenik meg az agrárium teljesítményében. Izraelről van szó, ahol mindennek ellenére a belső fogyasztási igények 95%-át ki tudja elégíteni a mezőgazdaság az állandó vízhiánnyal küszködve és a korlátozottan rendelkezésre álló megművelhető földterületek fényében. Itt volt és van tehát igazán igény arra, hogy a külső nyomáskényszerre intelligens, innovatív válaszokat adjanak. A következő fejezetben körbejáróm azokat a tényezőket, amelyek hozzájárultak az izraeli AgTech ökoszisztéma magas szintű teljesítményéhez.

## **5. Az AgTech ökoszisztémák sikerességének gyakorlati vonatkozásai – az izraeli példa**

Az Egyesült Államok hegemoniája az AgTech területén nem kétséges, de figyelembe véve Izrael népességét, területét, természeti adottságait és világgazdasági súlyát, akkor már más megvilágításban látjuk az elért eredményeket. Izrael tekinthető a második legfontosabb AgTech ökoszisztémának a világon és számos olyan vetület van, amelyben lekörozi az USA-t.

2018-ban az országban már hozzávetőlegesen 530 db AgTech vállalkozás működött, az élelmiszer technológiai cégeket is beszámítva már 700 környéki értékről beszélhetünk (Buckley, 2019, Ministry of Economy and Industry State of Israel, 2020, Kardish, é.n., Martyn-Hemphill, 2019). A befektetések arányait nézve a 2014-2018 közötti időszakban az alábbi eloszlások rajzolódtak ki 211 lezárt ügyletre vonatkozóan: a kizárólag az AgTechre irányuló 500 millió USD 33%-a növény- és állattudományi, valamint erőforrásmenedzsment területre, 16% a termelés utáni technológiákra és az agribusinessre, 41% a szenzorokra, IoT-ra és a digitális mezőgazdasági transzformációra, 8% az új termelési rendszerekre, eljárásokra, míg a maradék 2% a robotikára jutott (Ministry of Economy and Industry State of Israel, 2020).

Az izraeli ökoszisztéma – annak ellenére, hogy a startupok java része igen fiatal – 2017-ben globálisan a finanszírozási szerződések 7%-át vonzotta be. A vezető innovációs megoldásoknak, a piaci terjeszkedésnek és a startupok részben vagy teljes egészében történő felvásárlásainak köszönhetően a technológiai újítások a világ számos országába eljutnak és pozitív hatásokat gyakorolnak az ottani életközösségekre (Buckley, 2019, Leichman, 2019). Összefoglalva tehát az

ökoszisztéma sikere az alábbiakban testesül meg: startupok számának és piaci értéküknek gyors növekedése, aktív és eredményes befektetések (tőkevonzó képesség), innovációs tevékenység és a versenyképesség erősödése, világviszonylatban is jelentős innovációs központ és ökoszisztéma, termelési hatékonysághoz való hozzájárulás, az anyagi hasznokon túlmutató társadalmi impaktok elérése.

Érdemes lehet megvizsgálnunk a *sikert megalapozó tényezőket*, hogy belőlük – akár hazánkra vonatkozóan is – következtetéseket vonhassunk le. Ennek kapcsán most három forrásra támaszkodom. Mindhárom alapvetően az ökoszisztéma, már korábban említett, meghatározó adottságaira, szereplőire és azok funkcióellátásukra koncentrál, mellőzve a komolyabb hálózatelméleti elemzéseket (Buckley, 2019, Ministry of Economy and Industry State of Israel, 2020, Schlam, 2018).

I., Az állami ügynökség által készített feltáró elemzésben a következő tényezők kerültek kiemelésre (Ministry of Economy and Industry State of Israel, 2020):

- az ökoszisztéma szereplői szorosan összekapcsolódnak és a kapcsolatok minősége is elősegíti azt, hogy a kutatás-fejlesztési projektek eredményeit minél hamarabb piaci terméké konvertálják. Ebben a professzionálisan működő finanszírozási háttér is közreműködik,
- az innovatív ötletek java része a tudományos kutatóintézetektől és egyetemektől eredeztethetők köszönhetően egyfelől a felhalmozott tudásnak, másfelől a bejáratott és eredményesen működő akadémiai-üzleti technológiai transzfercsatornáknak köszönhetően. A világon elsőként jött létre itt egy olyan formalizált Technológiai Transzfer Szervezet (*TTO – Technology Transfer Organization*), amely az akadémiai kutatási eredmények monetizálását segíti elő az üzleti szektorban. A Hebrew Egyetem 1964-ben alapította a Yissum nevű szervezetet, amely eddig több mint 170 *spin-off* vállalkozást hozott létre és majdnem 11 000 szabadalmat jegyeztetett be (bővebb információk: <http://www.yissum.co.il/>). Napjainkban összesen 8 db ilyen speciális szervezet működik az AgTech iparágban,
- a tanulmány külön kiemeli az egyes szereplők aktivitását és minőségi munkavégzését (inkubátorok, akszelerátorok stb.), illetve azt az erőfeszítést, amelyet a kezdő vállalkozások segítésére összpontosítanak,
- az állami szerepvállalás fontossága is hangsúlyos: a kormányzat ösztöndíjakat és támogatási eszközöket hoz létre és segíti a lehetőségek kiaknázását – az AgTech kapcsán kutatásokat folytató egyetemek külön támogatásokat kapnak, illetve a szektor startupjai a magas munkaerőköltség kapcsán bérkiegészítéseket is elnyerhetnek,
- az állam további aktív szerepvállalása kiterjed a kutatások koordinálására és katalizálására a hazai gazdálkodók érdekében, a fejlett technológiák bevezetésének és további fejlesztésének támogatására, edukációs tevékenységekre a gazdák és üzletemberek számára, a tudás- és információáramlás előmozdítására, illetve a köztük lévő kapcsolati hálókat megerősítésére, valamint az idegen tőke vonzására. Az izraeli innovációs

környezetbe az Izraeli Innovációs Hatóság átfogó elemzése nyújthat mélyebb betekintést (Israel Innovation Authority, 2018).

II., Schlam (2018) megközelítése némileg eltérő, de pont ezért mutat rá egyéb releváns tényezőkre is:

- első helyen említeném a cikkből a kulturális mintázatok megszilárdulását és a technológia kapcsolatát: 1909-ben jött létre az első kibuc, amely egy olyan szemléletet és hozzáállást szilárdított meg az országban, ami mai napig hatással van az AgTech szektorra. A közösségi gondolkodás, a föld megosztása, a közös munka, a szűkös erőforrások hatékony felhasználása beleivódott az agráriumot körülvevő kultúrából fakadó válaszütemekbe,
- érdekes felvetés volt a szerző részéről a kötelező sorkatonai szolgálat és a fejlett vállalkozói környezet közötti összefüggés taglalása. Véleménye szerint az izraeli fiatalok már karrierjük legelején kapcsolatba kerülnek a legfejlettebb műszaki és hadiipari technológiákkal és a stratégiai gondolkodással is. A szolgálat során ismételten előkerül a közös gondolkodás, az egymásra utaltság és a kockázattal való szembejárás, ezek kiválóan passzolnak az innovációs és vállalkozói kultúrához,
- a minőségi emberi tőke létrehozásában kiemelt szerepe van az egyetemnek, a kutatóintézeteknek és a vállalatok közelségének és aktív együttműködésének, ebben a közegben a vállalkozók könnyebben tudnak olyan hálózatokat létrehozni, amelyekben tesztelhetik kreatív ötleteiket a piaci validáció és expanzió előtt,
- a szűkös hazai piacméret, illetve a geopolitikai adottságok, az izoláció szintén olyan körülmények, amelyek az innovációt helyezték előtérbe a nemzet életében.

III., Buckley (2019) gondolatmenete fordított, de legalább annyira hasznos. Ő azokat a tényezőket sorolja fel, amelyek veszélyeztetik a sikeres ökoszisztéma működését Izraelben. Ha ezekre összpontosítunk, ezeket megfelelő módon menedzseljük, akkor egy egészséges fejlődési folyamat lesz fenntartható az AgTech szektorban:

- veszélyesnek látja azt a képességbéli szakadékot, amely a high-tech szektorokat kiszolgálni képes tudással rendelkező szűk elit (kb. 8%-a lakosságnak) és a népesség többi része között van,
- szintén aggasztó véleménye szerint a nem megfelelő digitális tudás- és készség-halmaz a lakosság körében, ami a munkaerőpiaci merítés lehetőségeit is nagyban korlátozza a startupok számára,
- a nem inkluzív fejlődés, a digitális technológiai kirekesztődés, akár földrajzi értelemben is (az innovációs tevékenységek nem egyenletes eloszlása, koncentrálódása az országban) ugyancsak káros hatásokkal bírhat. Jelenleg a startupok többsége, mintegy 77%-a Tel-Aviv vonzáskörzetében található. Ez a térség elszívja az erőforrások jelentős részét, beleértve a tőkét és a képzett munkaerőt is,
- a startupok növekedési pályájának, életciklusuk – hazai szempontból egészséges és kívánatos – egyensúlyának a felborulását is nehezményezi. Az

addig rendben van, hogy gyorsan növekednek és globális piacokra lépnek vagy éppen multinacionális cégek felvásárolják őket, de ilyen esetben egy űrt hagynak maguk után és nem feltétlen a helyi érdekeknek (is) alárendelve fognak tevékenykedni. A növekedésüket tehát úgy kellene menedzselni, hogy Izraelen belül is skálázhatóak legyenek.

A tehetséggondozás, a technológiai és digitális készségek fejlesztése – akár minden egyes iparágra vonatkozóan – tehát kulcskérdés az ökoszisztéma fenntartható sikerességének eléréséhez.

## 6. Következtetések, javaslatok

Az izraeli példa csak egy a sok közül. Nem biztos, hogy hasonló receptúra működne más környezetben is. Minden ökoszisztéma más és más: különböző struktúrákkal, különböző adottságokkal, feltételekkel, kulturális közeggel, eltérő funkciókkal, viselkedési mintázatokkal és eltérő szereplőkkel találkozhatunk akár egy-egy országon belül is, amikor két, jól elhatárolható ökoszisztémát vizsgálunk. Nem létezik egzakt eljárás arra vonatkozóan, hogy miként vezessük sikerre az adott technológiára és innovációra kihegyezett közösséget. Támpontokat és fogódzókat azonban kaptunk már az eddigi vizsgálataink alapján is. Ha ezeket megértjük, elfogadjuk és ezek alapján tudatosan menedzseljük az ökoszisztémát, akkor sokkal nagyobb eséllyel tud kibontakozni és a kívánt teljesítményt (sikert) produkálni.

Azok a kényszerítő körülmények nyilvánvalóak, amelyekre válaszul az innovációt és a digitális technológia fejlődést kell segítségül hívni. A magas színvonalú innovációs teljesítmény és a digitális transzformáció zökkenőmentes megvalósítása azonban a korábbiaktól eltérő szemléletet és módszereket követel meg. A startupok és a startup ökoszisztémák azok, amelyek a fenti tevékenységeket a leghatékonyabban képesek ellátni. Fejlesztésük már csak ezek miatt is megkerülhetetlen. De mit is tanultunk az eddigiekből? Az alábbi felsorolás azokat a sarkalatos pontokat tartalmazza, amelyek figyelembevétele elengedhetetlen a technológiai ökoszisztémák sikeressége kapcsán:

- tevékenységükre rendszerként kell gondolni és tisztában kell lenni annak nemlineáris (komplex) jellegével,
- ennek kapcsán ismerni kell és nyomon kell követni a szereplők és egyéb érintettek, aktorok közötti kapcsolatokat, formális és informális hálózatokat, azok dinamikáját és bizonyos strukturális jellegzetességeit,
- utóbbi kapcsán javasolnám a biológiai ökoszisztémákat jellemző és leíró, valamint a hálózatelméletből átemelhető indikátorok használatát és szélesebb körben való elterjesztését,
- meg kell érteni és vizsgálni kell a működési környezeti adottságok, peremfeltételek és a rendszerjellemzők közötti összefüggéseket is,
- jól átjárható, akadálymentes, könnyen hozzáférhető, hasznos és objektív információkat szállító információs rendszer integrálása az ökoszisztémákba,
- a képessé tevő, támogatói környezet, az egyéni és szervezeti szintű képességek, a tudáselemek fejlesztése kulcskérdés (főleg innovációs, vállalkozói, tanulási és adaptációs képességek),

- az oktatás, a tanulást segítő környezet, az egyetemi és egyetemeken kívüli kutatás-fejlesztési tevékenységek alapvető fontossággal bírnak,
- a szakirodalmakból explicit módon nem derült ki, de a rendszerelmélet vonatkozásából egyenesen következik, hogy az ökoszisztéma szereplőinek érdekeit, motivációt is össze kell hangolni, hiszen a megfelelő rendszerdinamikát az aktorok közötti interakciók indítják be,
- meghatározó az a kultúra is, ami az ökoszisztéma mindennapjait áthatja. A kultúra elősegíti a döntéseket és koordinálja a viselkedést, a válaszreakciókat. A kultúrát egyfajta közösségi kontrollmechanizmusnak is tekinthetjük, hiszen bizonyos, a közösség szempontjából nem kívánatos viselkedési mintázatokat eltorlasztja, kiszzelektálja, míg a hasznosnak vélteket felerősíti. A kultúra, mivel az ökoszisztéma minden egyes résztvevőjére kihat, igen jelentős sikertényezőnek tekinthetjük, fejlesztése, ápolása hosszú távon történik és szintén interakciókon alapul. A kultúra ilyen jellegű szerepét igazolja, és mindenképp pozitív megerősítés erről Kis (2019) tanulmánya is, ahol a szerző a vidékfejlesztés és a vidéki közösségek szempontjából közelíti a kultúra fontosságához,
- az állam szerepvállalásának felértékelődése: olyan helyeken kell beavatkozni és folyamatokat katalizálni, ahol az piaci alapon nem feltétlenül valósulna meg, vagy csak bizonytalan valószínűség mellett, bizonytalan időtávon. Ilyenkor az államnak kell koordinálni, stimulálni, finanszírozni egyes tevékenységeket. Az oktatás, az üzleti inkubáció, a jogi és adózási szabályozás, az országos szinten értelmezett képessé tevő és támogatói környezet feletti bábáskodás lehetnek ilyen feladatok.

## 7. Összegzés

Bármennyire is legyen új az eddig tárgyalt téma akár a vizsgálati módszereket, akár az alkalmazási területet nézve, jelentősége és hasznossága megkérdőjelezhetetlen. Az innováció, a technológiai előrehaladás, a digitális transzformáció, az információgazdálkodás az intelligens adaptációnk és fenntartható jövőnk előfeltételei. A startup ökoszisztémák azok a képződmények, amelyek a leginkább alkalmasak arra, hogy ezeket a tevékenységeket kiszolgálják és a leghatékonyabban elősegítsék. Ebben közrejátszanak a természetben fellelhető ökoszisztémákhoz való hasonlóságok és az onnan eredeztethető törvényszerűségek is. Az analógiák további beazonosítása, a terület mélyebb és több szempontú kutatása jelentős eredményeket hozhat nemcsak az agráriumban, hanem egyéb ágazatokban is.

## Irodalomjegyzék

- AgFUNDER (2019): AgFunder Agri-FoodTech Investing Report – 2019.  
<https://agfunder.com/research/agfunder-agrifood-tech-investing-report-2019/> (letöltve: 2020.10.05)
- AgFUNDER (2020): 2020 European Agri-FoodTech Investment Report.  
<https://research.agfunder.com/2020/2020-european-agri-foodtech-investment-report.pdf>  
 (letöltve: 2020.10.05)



- Bell-Masterson, J., Stangler, D. (2015): Measuring an Entrepreneurial Ecosystem. *SSRN Electronic Journal*, March 2015: 1–16. Kauffman Foundation Research Series on City, Metro, and Regional Entrepreneurship – Ewing Marion Kauffman Foundation. <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2580336>>
- Berger, E. S. C., Kuckertz, A. (2016): Female entrepreneurship in startup ecosystems worldwide. *Journal of Business Research*, 69 (11): 5163–5168. <<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.04.098>>
- Bertalanffy, L. von (1950): An Outline of General System Theory. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 1 (2): 134–165. <[http://vhpark.hyperbody.nl/images/d/d2/Bertalanffy-An\\_Outline\\_of\\_General\\_Systems\\_Theory.pdf](http://vhpark.hyperbody.nl/images/d/d2/Bertalanffy-An_Outline_of_General_Systems_Theory.pdf)>
- Bertalanffy, L. von (1968): *General System Theory – Foundations, Development, Applications*. George Braziller Inc., New York.
- Buckley, C. (2019): *The Agricultural Technology Revolution and how Israel are uniquely positioned to lead it*. Pixel Kicks Ltd. Manchester, UK. <<https://www.pixelkicks.co.uk/blog/agricultural-technology-revolution-and-how-israel-are-uniquely-positioned-to-lead/>> (letöltve: 2020.10.12)
- Cukier, D., Kon, F. (2018): A maturity model for software startup ecosystems. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 7 (1): 1–32. <<https://doi.org/10.1186/s13731-018-0091-6>>
- Feld, B. (2012): *Startup communities: Building an entrepreneurial ecosystem in your city*. John Wiley & Sons. ISBN: 978-1-118-48331-2
- Geibel, R. C., Manickam, M. (2016): Comparison of selected startup ecosystems in Germany and in the USA. *GSTF Journal on Business Review (GBR)*, 4 (3): 66–71. <DOI: 10.5176/2010-4804\_4.3.387>
- Hall, C. (2020): *Agtech Sector Blooms As More Dollars and Startups Rush In*. Crunchbase News. <<https://news.crunchbase.com/news/agtech-sector-blooms-as-more-dollars-and-startups-rush-in/>> (letöltve: 2020.10.12)
- Israel Innovation Authority (2018): *Innovation in Israel – overview 2018-19*. <[https://innovationisrael.org.il/en/sites/default/files/2018-19\\_Innovation\\_Report.pdf](https://innovationisrael.org.il/en/sites/default/files/2018-19_Innovation_Report.pdf)> (letöltve: 2020.10.12)
- Kardish, N. (én.): *Get to know the innovation of AGRITECH. Start-up Nation Central – Israel*. <<https://www.startupnationcentral.org/sector/agritech/>> (letöltve: 2020.10.12)
- Kis K. (2019): Gondolatok a vidékfejlesztés „rendszerintézményéről” – A teljesség felé... *Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok*, 14, (3): 11–27. <[http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/18204/1/KisK\\_2019\\_Gondolatok\\_a\\_vidkfejlesztis\\_rendszerintezmenyrol.pdf](http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/18204/1/KisK_2019_Gondolatok_a_vidkfejlesztis_rendszerintezmenyrol.pdf)>
- Leichman, A. K. (2019): *The top 12 ways Israel is feeding the world - From drip irrigation to hardier seeds, Israeli innovations help fill hungry bellies everywhere, particularly in the developing world*. Israel 21c, uncovering Israel. <<https://www.israel21c.org/the-top-12-ways-israel-feeds-the-world/>> (letöltve: 2020.10.08)
- Malecki, E. J. (2018): *Entrepreneurship and entrepreneurial ecosystems*. Wiley Online Library. <<https://doi.org/10.1111/gec3.12359>>
- Marshall, A. (1920): *Principles of Economics*. MacMillan, London.
- Martyn-Hemphill, R. (2019): *New Report: Israel AgriFood Tech Startups Raise \$759m in Five Years*. AFN –AgFunderNews. <<https://agfundernews.com/new-report-israel-agrifood-tech-startups-raise-759m-in-five-years.html>> (letöltve: 2020.10.12)
- Mérő L. (2014): *A csodák logikája: a kiszámíthatatlan tudománya*. Tericum Kiadó, Budapest. ISBN: 9786155285363
- Ministry of Economy and Industry State of Israel (2020): *Israel's Leading Ag-Tech Ecosystem – Opportunities and Benefits of Investing in Israel's Vibrant A-Tech Industry*. <[https://investinisrael.gov.il/HowWeHelp/downloads/Invest\\_in\\_Israel\\_-\\_The\\_Israeli\\_Ag-Tech\\_Industry\\_Brochure\\_-\\_22012020.pdf](https://investinisrael.gov.il/HowWeHelp/downloads/Invest_in_Israel_-_The_Israeli_Ag-Tech_Industry_Brochure_-_22012020.pdf)> (letöltve: 2020.10.14)
- Moore, J. F. (1993): Predators and prey: a new ecology of competition. *Harvard Business Review*, 71 (3): 75–83.
- Nagy S., Gulyás L. (2015): Számvevőszéki értékteremtés „turbulens” környezetben – a komplexitás kezelésének lehetőségei. *Vezetéstudomány*, 46 (7): 2–14.

- Novoseltseva, E. (2019): *AgriTech startups, innovations & facts*. Apiumhub. <<https://apiumhub.com/tech-blog-barcelona/agritech-startups-innovations-facts/>> (letöltve: 2020.10.12)
- Plug and Play Techcenter.com (2020): *Agtech trends in 2020 – How 6 trends are transforming the future of agriculture*. <<https://www.pluginandplaytechcenter.com/agtech-trends-in-2020/>> (letöltve: 2020.10.12)
- Porter, M.E. (2011). Competitive advantage of nations: creating and sustaining superior performance. Simon and Schuster. ISBN 9781451651492
- Schumpeter, J. A. (1934): *The Theory of Economic Development – An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*. Harvard Economic Studies 46.
- Spigel, B. (2017): The Relational Organization of Entrepreneurial Ecosystems. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 41 (1): 49–72. <DOI: 10.1111/etap.12167>
- Startup Genome (2020): *The Global Startup Ecosystem Report, GSER 2020 – The New Normal for the Global Startup Economy and the Impact of COVID-19*. Crunchbase and Startup Genome. <<https://startupgenome.com/report/gser2020>> (letöltve: 2020.09.17)
- StartUs Insights (2018): *AgriTech Innovation Map Reveals Rising Technologies & Startups*. <<https://www.startus-insights.com/innovators-guide/agritech-innovation-map-reveals-rising-technologies-startups/>> (letöltve: 2020.09.17)
- Schlam, O. (2018): *Punching Above Your Wheat: How Israel Became a Hub for Agtech Startups*. <<https://agfundernews.com/punching-above-your-wheat-how-israel-became-a-hub-for-agtech-startups.html>> (letöltve: 2020.09.17)
- Sternberg, R. (2014): Success factors of university-spin-offs: Regional government support programs versus regional environment. *Technovation*, 34 (3): 137–148. <<https://doi.org/10.1016/j.technovation.2013.11.003>>
- Suresh, J., Ramraj, R. (2012): Entrepreneurial Ecosystem: Case Study on the Influence of Environmental Factors on Entrepreneurial Success. *European Journal of Business and Management*, 4 (16): 95–102. <<https://www.iiste.org/Journals/index.php/EJBM/article/view/3007>>
- Tripathi, N., Seppänen, P., Boominathan, G., Oivo, M., Liukkunen, K. (2019): Insights into startup ecosystems through exploration of multi-vocal literature. *Information and Software Technology*, 105 (1): 56–77. <<https://doi.org/10.1016/j.infsof.2018.08.005>>
- Walker, D., Kurth, T., Van Wyck, J., Tilney, M. (2016): *Lessons from the Frontlines of the Agtech Revolution*. Boston Consulting Group, BCG. <<https://www.bcg.com/publications/2016/process-industries-building-materials-strategy-lessons-frontlines-agtech-revolution>> (letöltve: 2020.10.12)
- WEF (2013): Entrepreneurial Ecosystems Around the Globe and Company Growth Dynamics – Report Summary for the Annual Meeting of the New Champions 2013. World Economic Forum – Industry Agenda. <[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_EntrepreneurialEcosystems\\_Report\\_2013.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_EntrepreneurialEcosystems_Report_2013.pdf)> (letöltve: 2020.10.12)

## NÉHÁNY ADATBÁZIS ELEMZÉSE A BENFORD-TÖRVÉNY SEGÍTSÉGÉVEL

Benkő-Kiss Árpád

**Absztrakt:** A Benford-elemzést leginkább a tudományos és az üzleti életben használják adatmanipulációk, csalások, felderítésre. A módszer az adatbázisban lévő számok első, illetve az első kettő számjegyeinek előfordulási gyakoriságát elemzi, és az elvárt értékektől való eltérést vizsgálja. Jelen munkában néhány valós adatbázison teszteltem a módszer hatékonyságát, melyek között vállalati adatok (főkönyvi kivonatok, analitikák), árlisták elemzését végeztem el. Próbaként elemeztem a Fibonacci sorozat, és a mértani sorozat tagjait mint referenciaadatokat. A várható és a tényadatok eltéréseit az egyes mintákban összehasonlítottam. Az eredmények szerint a Benford-szabály korlátozottan használható, ha az adatmanipuláció csak egy-egy esetben fordul elő, de rendszerszintű manipulációra gyanút adó eltéréseket ki lehet mutatni.

**Abstract:** Benford-analysis is widely used in finance, business, and science to detect data manipulation and frauds. The method analyses the frequency of the first or the first two digits of the numbers in a database and examines the deviation from the expected values. In the present work, I tested the efficiency of the method on some real databases. These were real company data (general ledger extracts, analytics) and price lists. As a trial, I analysed the members of the Fibonacci series and the geometric series as reference data. Differences between expected and actual data were compared in each sample. The results show that the usage of Benford's Rule is limited if the manipulation is sporadic, but regular manipulation can be detected.

*Kulcsszavak:* Benford-törvény, adatelemzés, adatmanipuláció, pénzügyi elemzés

*Keywords:* Benford's law, data analysis, data manipulation, financial analysis

### 1. Bevezetés

Adatokkal való visszaélés, adathamisítás, esetleg meglévő adatok javíthatása, az elvárt eredményhez való igazítása mind a tudományos mind a gazdasági életben előfordul. A valóság vágyakhoz való igazítása sokszor csábító, amit adatok javíthatásával kozmetikázásával el lehet érni. Ugyanakkor az adatok javíthatása általában nem az első számjegyet érinti elsősorban ezért a módszer használatához ezt figyelembe kell venni.

Simon Newcomb kanadai-amerikai asztrofizikus (1881) megfigyelte, hogy az egyetemi könyvtárban a logaritmus-táblázatok első oldalai erősebben elhasználódtak, mint az utolsók. A hallgatók és oktatók az alacsonyabb számmal kezdődő táblázatokat használták többet. Ennek a megfigyelésnek a kortársak nem tulajdonítottak nagy jelentőséget. Ezt követően fél évszázadig kellett várni, hogy Frank Benford fizikus és mérnök (1938) is észrevegye ezt az érdekességet. Miután elemezte és matematikai képletbe foglalta ezt a furcsaságot, a jelenség a Benford törvényeként vált ismertté (Milicz, 2016, Tóth, 2013).

Benford rájött, hogy ha a számok egyenletes eloszlású és kellően nagy terjedelmű halmazának az első számjegyeit elemezzük, akkor a számok első számjegyek gyakorisága 1-9 között folyamatosan csökken. Ez az eltérés kb. 6 szoros az 1-es és a 9-es számjegyek között (Berger–Hill, 2011). A számok kb. 31%-a

kezdődik 1-gyel, 19%-a 2-vel, 12%-a 3-mal. Az előfordulási valószínűség tehát folyamatosan csökken. Tehát a számok nagyszámú elemzése szerint az első számjegyek jóval gyakrabban kezdődnek kisebb számjegyekkel mint nagyobbakkal.

A Benford által alkotott képlet az első számjegyre a következő: (1) A Benford gyakorisági eloszlások: (Wikipédia,2020).

$$P(d) = \log_{10} \left( 1 + \frac{1}{d} \right) \quad (1)$$

ahol d: 1...9 számjegy gyakorisága

Benford törvénye tehát csak a több számjegyből álló számok bal oldali első számjegyére vonatkozik. Később elkészítették már nem csak az első, hanem az első 2 számjegy gyakorisági, előfordulási sorrendjét is. (1. táblázat)

**1. táblázat: Benford-eloszlási gyakoriság (első és a második számjegy esetében)**

Számjegyek	Elvárt Benford -gyakoriságok %	
	1. számjegy	2. számjegy
0	-	11,968%
1	30,103%	11,389%
2	17,609%	10,882%
3	12,494%	10,443%
4	9,691%	10,031%
5	7,918%	9,668%
6	6,695%	9,337%
7	5,799%	9,035%
8	5,115%	8,757%
9	4,576%	8,500%

Forrás: Wikipédia, 2020

Ugyanakkor sok számhalmaz nem mutat Benford-eloszlást. Ilyenek pl. a sorsszámokon (számítási sorozat) alapuló sorozatok (pl. kihúzott lottószámok, főkönyvi számlarend, egyéb számítási sorozatok), mert ekkor a számsokaság nagyjából egyenletesen tartalmazza a számjegyeket 1-9 között. De a generált véletlen számok sem Benford-eloszlásúak hasonló okokból.

Az olyan adatbázisok mint pl. felnőttek magassága, szintén nem mutatja a Benford-szabályt, hiszen ekkor az adat szinte minden esetben 1-essel kezdődik (Horváth, 2016). Olyan valós adatokon alapuló adatsorok, ahol gyakorisági torlódások kézzel foghatóak, valamint kicsi az adatok terjedelme, ott a klasszikus statisztikai módszerek alkalmazhatóak inkább a Benford-eloszlás helyett.

Hatványsorozatok, illetve a mértani sorozatok azonban erős Benford illeszkedést mutatnak. Éppen ezért a Benford-törvény fontos alkalmazása a pénzügyi területeken, a számvitelben, illetve a széles terjedelmű adatbázisok elemzésénél lehet hasznos. Természetes, ha egy adatbázis nem az elvárt Benford-eloszlást mutatja, az nem jelent

egyértelműen csalást, vagy adatmanipulációt, de megjelöli azokat a részeket, ahol alaposabb elemzés kezdődhet.

Kozmetikázott vállalati mérlegek vagy főkönyvi kivonatok, közbeszerzések adatok vizsgálatára tehát a Benford-törvény alkalmas lehet (Berger–Hill, 2011).

A dolgozatban a céloom néhány létező és valós adatbázis vizsgálatával bemutatni, vajon az elmélet kiállja-e a gyakorlat próbáját.

## 2. Anyag és módszer

Adatforrásként, vállalkozások pénzügyi adatait, statisztikai adatbázist, valamint internetről letölthető árlistákat használtam. A különböző adatbázisokból származó adatokat csak az első számjegy alapján elemeztem és az eredményeket táblázatba foglaltam. A várható %-os értékek és a kapott %-os értékek eltérésének abszolút értékét vettem mint pontossági becslést, és az adatokat ez alapján hasonlítottam össze.

A pénzügyi dokumentumokból (analitikák, főkönyvi kivonatok) számok szöveges file-ból való kigyűjtéséhez egyszerű scripteket (programokat) (1. ábra, 2. ábra) készítettem, majd az ismétlődő számokat (könyvelésben rendszerint duplán szerepelnek) eltávolítottam. Emellett – ahol releváns volt – előzetesen eltávolítottam a főkönyvi számlaszám számát (pl. 311-Vevők vagy 384-Bankszámla), mert ezek sorszámok, és nem adatok, ezért torzíthatták volna az eredményt. Amennyiben a számok között dátumok, sorszámok, oldalszámok, tehát nem egyértelműen adatok szerepeltek, azokat is eltávolítottam az adatbázisból.

Lényegében adatforrásként csak a számlák egyenlege, pénzügyi tételek, árak, vagy egyéb mennyiségi adatok szerepeltek az adatbázis jellegének megfelelően.

### 1. ábra: Shell script számok megszámlálására

```
#!/bin/bash
cat "$@" \
| tr -d '[:alpha:]'\
| tr -d '[:áéíúúőőö]'\
| tr -s '[:space:]' '\n' \
| sort \
| uniq -c > szamok-ki.txt
```

Forrás: saját szerkesztés

### 2. ábra: Shell script szavak számolására

```
#!/bin/bash
cat "$@" \
| tr -s '[:punct:][:blank:]' '\n' \
| tr '[:upper:]' '[:lower:]' \
| sort \
| uniq -c > szavak-ki.txt
```

Forrás: saját szerkesztés

Egyéb letöltött adatbázisokból (Excel árlisták vagy KSH táblázatok), a számokat egyszerű volt kigyűjteni, de pl. a sok szöveget is tartalmazó dokumentumokból az említett válogatóprogramokkal gyűjtöttem ki az adatokat (1. ábra, 2. ábra).

Adatbázis céljára két valós, de már megszűnt cég (Kereskedelmi Kft., és egy Mezőgazdasági Kft.) adatait használtam fel. Ezek a főkönyvi kivonatok, szállítói, vevői analitika, illetve a rövid lejáratú kötelezettségek analitikái voltak. Az egyes adatok eltérő méretű adatbázist szolgáltatottak, az eredmények összefoglaló adatait táblázatba foglaltam (2. táblázat).

Az elemzéshez a LibreOffice 6.0 irodai szoftverének táblázatkezelőjét használtam. A beépített függvények segítségével az egyes adatbázisokon elvégeztem a Benford-elemzést, meghatároztam az elvárt értéktől való eltérést (abszolút érték), és összehasonlítottam az adatbázisokat egymással.

Néhány matematikai sorozatra (mértani sorozat és Fibonacci sorozat) szintén elvégeztem az elemzést azért, hogy a vizsgált adatbázisok eredményét néhány szabályos adathalmazzal is összevegyem.

### 3. Eredmények és értékelésük

A vizsgálatot 3 mesterségesen előállított, és 9 valódi adatbázis alapján végeztem el. Az elméleti várható értékektől való abszolút eltérés természetesen a matematikai sorozatoknál volt a legkisebb, és a mérettel folyamatosan javul az illeszkedés.

A vizsgálat szerint az elemzett adatbázisok mindegyike a Benford-szabályt mutatta. Több esetben a várt és a kapott gyakoriságok között volt néhány % eltérés, aminek az okát már nem lehet kideríteni (nem is ez volt a cél) de összefügghet az elemek számával, illetve az adatok terjedelmével.

A mértani sorok, vagy a Fibonacci-sor illeszkedése erős, ez nem meglepő, hiszen egy matematikailag összefüggő sorozatról van szó. Míg a matematikai sorozatok alapvetően jól illeszkednek a Benford eloszlásra (3. ábra c, d), a céges, illetve pénzügyi adatok közül már nagyobbak voltak az eltérések (3. ábra a, b). Százalékban kifejezve, a kapott és az elvárt gyakoriságok különbségének abszolút értékét figyelembe véve, a legnagyobb eltérése (17,29%) a Szállítóanalitika számainál volt megfigyelhető. Itt a számjegyek közül az 1-es a 4-es a 7-es és a 9-es szám legalább 2,5%-kal tért el az elvárattól. A vevőanalitikánál egy számjegy, a 6-os, 2,42%-kal fordult elő ritkábban, mint az elvárt érték.

A Kereskedelmi Kft. (Ker. Kft.) főkönyvi kivonatának vizsgálata pedig az 1-es számjegy majdnem 4%-kal kisebb (26,32% a 30,1% helyett) előfordulását jelezte. Hasonló a helyzet a Mezőgazdasági Kft. főkönyvi kivonatának esetében, de itt az 5-ös számot érinti az eltérés, ahol ez a várható 7,9% helyett 10,51% lett. Ugyanennek a cégnek egy másik évben leadott főkönyvi kivonata esetében a 2-es számjegy előfordulása már nagyon eltér 22,33% az elvárt 17,6% helyett, tehát az eltérés +4,73% (2. táblázat, 3. táblázat).

Az árlisták esetében az eltérések minden esetben jól illeszkednek, hasonló a helyzet a KSH feldolgozott adataival. A KSH adatbázis számai (melyek teljesen objektív, országos adatok) valamint az árlisták is szoros Benford illeszkedést mutatnak (2. táblázat, 3. táblázat).

2. táblázat: Az elemzett adatbázisok összefoglaló adatai

	Adatbázis	N	Eltérések abszolút értékének összege %
Matematikai sorozatok (referencia adatbázisok)			
1	Mértani sor (Hatványkitevő=2)	200	2,4
2	Mértani sor (Hatványkitevő=1,3)	200	4,6
3	Fibonacci sor (1-201)	200	3,8
Valós adatbázisok			
4	Szállítóanalitika (Ker Kft.)	149	17,29
5	Vevőanalitika (Ker Kft.)	304	6,82
6	Rövid köt analitika (Ker Kft.)	4 588	5,73
7	Főkönyvi kivonat (Ker Kft.)	570	12,31
8	Főkönyvi kivonat (Mg. Kft.)	495	10,53
9	Főkönyvi kivonat-2 (Mg. Kft2.)	300	13,13
10	KSH adatbázis (almatermés megyénként)	2 025	3,39
11	Cég árlista (Ker Kft.)	15 835	4,23
12	Cég árlista (IT Kft.)	7 105	2,62

Forrás: saját szerkesztés

3. táblázat: Az első számjegyek eltérése az elvárttól %-ban (Pénzügyi adatok)

Adatbázis sorszám	Szállító analitika	Vevő analitika	Rövid köt analitika	Főkönyvi Ker.Kft	Főkönyvi Mg.Kft	Főkönyvi Mg.Kft2
1	-2,58%*	0,16%	-2,31%*	-3,78%*	-0,81%	-2,43%*
2	1,19%	0,49%	-0,56%	-1,99%	1,59%	4,73%*
3	0,25%	0,33%	0,56%	3,46%*	-1,99%	-0,50%
4	-2,99%*	-0,16%	0,72%	0,30%	-0,21%	-1,03%
5	1,50%	0,32%	0,34%	0,52%	2,61%*	-0,57%
6	-2,00%*	-2,42%*	0,14%	-0,38%	-1,04%	-2,03%*
7	2,92%*	1,11%	0,70%	0,87%	1,07%	0,87%
8	-1,07%	-0,82%	0,13%	0,51%	-1,06%	0,57%
9	2,78%*	0,99%	0,28%	0,49%	-0,16%	0,40%

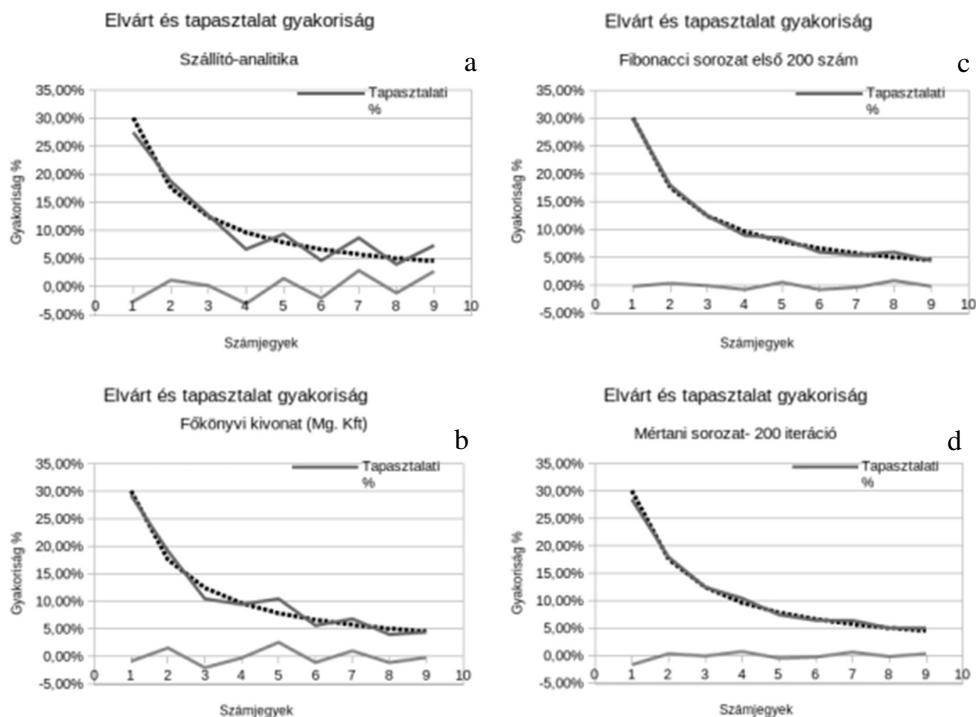
\*2% vagy nagyobb eltérések a várható értéktől

Forrás: saját szerkesztés

Az árlisták szintén erős illeszkedést mutatnak (4. ábra, a, b) hiszen ezek az adatok egymástól független listák, lényegében elképzelhetetlen és nincs is mit kozmetikázni. A pontos illeszkedés azonban származhat az adatbázis méretével és terjedelmével.

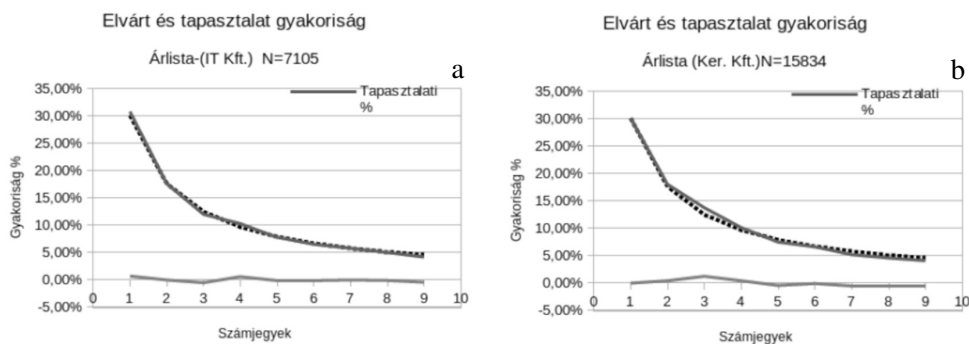
Meg kell jegyezni, hogy kisebb 100-200 elemű adatbázisoknál, ahol az árak pl. egy bizonyos sávban mozognak pl. 200-700 Ft/egység között, a Benford -szabály biztosan nem érvényesül, akármekkora is az adatbázis mérete.

### 3. ábra: Néhány pénzügyi adatbázis első számjegyeinek eltérése a várható értéktől



Forrás: saját szerkesztés

### 4. ábra: Árlisták első számjegyeinek eltérése



Forrás: saját szerkesztés

## 4. Következtetések, összegzés, záró megjegyzések, záró gondolatok

A kapott eredmények azt mutatják, hogy a vizsgált adatbázisok szinte mindegyike illeszkedett a Benford-szabályra, de a pénzügyi jellegű adatoknál (főkönyvi kivonatok, analitikák) jól észlelhető eltérések mutatkoznak. Természetesen ez nem



jelenti feltétlenül az adatkozmetikázást, hiszen az adatmennyiség pl. a szállítóanalitikánál csak 149 számjegy, de feltűnő eltérések ismeretében már további vizsgálatokat érdemes elvégezni.

Ugyanakkor további adatbázisok – akár bizonyítottan manipuláltak – vizsgálatára lenne szükség, hogy megállapítható legyen, mi az a küszöbszint, amely az adatokkal való manipulációra utalhat.

A Benford-módszer egy-egy adat meghamisítását nem mutatja ki, inkább a rendszerszintű eltérések vizsgálatára alkalmas akkor, ha az adatbázis nagysága, illetve az adatok terjedelme megfelelő.

Benford-elemzés tehát az egyik igen hasznos módszer lehet adathamisítások felderítésekor, ha elég nagy a mintaszám, illetve az adatbázis.

## Irodalomjegyzék

- Berger, A., Hill, P. T. (2011): A basic theory of Benford's Law. *Probability Surveys*, 8(1): 1–126. DOI:10.1214/11-PS175
- Horváth L. (2016): Benford törvény és alkalmazásai. BSc szakdolgozat, ELTE. Budapest.
- Milicz Á. (2016): Kvantitatív módszerekkel támogatott üzemgazdasági ellenőrzések, különös tekintettel a Benford-törvény alkalmazhatóságára. *Statisztikai Szemle*, 94 (6): 612–634. DOI: 10.20311/stat2016.06hu0611
- Tóth Gy. (2013): A Benford-törvény -avagy meghamisították-e az adatainkat? <<https://adoc.pub/a-benford-trvény-avagy-meghamisitottak-e-az-adatainkat-8-ela.html>> (2020.09.10)
- Wikipédia (2020): A\_számkok\_hasznának\_gyakorisága. <<https://hu.wikipedia.org/wiki/>> (2020.09.10)



## A DIGITÁLIS OKTATÁS LEHETŐSÉGEI

Sipos Katalin – Bodnár Károly

**Absztrakt:** A digitalizáció egyre nagyobb kihívás elé állítja az oktatási rendszert és a pedagógusokat, ami új alternatívák keresését teszi szükségessé. A cikk célja, hogy az eddigi törekvéseket felvázolja, az erre irányuló innovatív – főként játékpedagógiai – módszereket összefoglalja. A játék és a digitális technika beépítése a formális oktatási folyamatba új szemléletet kíván a pedagógusok részéről, azonban fontos ezt az egyre sürgetőbbé váló elvárást hangsúlyozni. Számos nemzetközi tanulmány született ebben a témában, ugyanakkor a digitális játékok pozitívumai mellett objektív képet akkor kaphatunk, ha az ezzel kapcsolatos korlátokat is feltárjuk, és a digitális pedagógiai módszereket eszerint vizsgáljuk.

**Abstract:** Digitalisation challenges the education system and teachers and because of it necessary to search new alternatives. The aim of this article was to show the pursuits so far and summarize the innovation methods which were born in this theme, primarily about game-based learning. The integration of game and digital technology to formed education process required new approach from teachers but it is important to emphasize this urgent expectation. Many international researches was born in this theme but we can get objective view only in that case when we explore the restrictive factors also in addition the positive effects of game-based learning and we examine digital pedagogy methods on this way.

**Kulcsszavak:** digitalizáció, oktatás, digitális játékpedagógia, innovatív módszerek, élménypedagógia, mobilalapú-játékpedagógia

**Keywords:** digitalisation, education, game-based learning, innovation, experiential pedagogy, mobile technology-supported game-based learning

### 1. Bevezetés

Napjainkban egyre inkább előtérbe kerülnek a digitalizáció adta lehetőségek kreatív kihasználásának, a játékpedagógia nyújtotta élményszerű tanítás-tanulás lehetőségének, illetve az innovatív módszerek alkalmazásának kérdései.

Az információs forradalom miatt bekövetkező – generációk között mutatkozó – szakadék, az egyre bővülő tananyag továbbá a megváltozott nevelési igények mind az oktatási intézmények, mind pedig a pedagógusok számára új alternatívák kidolgozását, bevezetését teszik szükségessé. Ez a jelenség már több évtizede megfigyelhető, azonban tartós és hatékony megoldásokat, amelyek az oktatási rendszerben tényleges nyomot hagytak volna csak ritkán és egymástól elszigetelten lehet felfedezni (Fromann–Damsa, 2016). Előtérbe kerül az ún. probléma alapú oktatás is, melyben a tanulási folyamat középpontjában a problémamegoldás – amelyhez nem rendelkezik a tanuló elegendő információval – és nem a konkrét ismeretsajátítás áll (Savery, 2015).

A minket körülvevő világ, és ezen belül kiemelten a digitális világ, átalakítja a megértés, bevésődés, felidézés folyamatát. A tanulás alapvető tényezői a diákok olvasási és megértési képessége, továbbá feladattűrése. Előtérbe kerülnek a figyelmet, a koncentrációt, a motivációt érintő kérdések. Mivel a tanulási motiváció megváltozott, az oktatás is új kihívással néz szembe, amely ugyanakkor még a hagyományos módszereket alkalmazza. A tanulók új generációja az információs

korhoz igazodó – talán szokatlannak tűnő – tanulási igényekkel igazi kihívást jelentenek a már meglévő iskolarendszernek. Elvárják a hatékony oktatási módszerek alkalmazását, ennek következtében az új tanulási formák és a megszokottól eltérő tanítási helyszínek is elősegíthetik az ismeretek elmélyülését (Tari, 2011).

## 2. A játék- és élménypedagógia, mint alternatív módszer

A fiatalok számára kihívással járó helyzeteket kell teremteni, hiszen az élmény nemcsak pozitív érzelmi állapot, hanem eszköz, mely segítséget nyújt a szokatlan helyzetek átéléséhez, majd ezen keresztül tanulságok levonásához. A tapasztalatok hozzájárulnak az egyén személyiségének és mentális képességeinek fejlődéséhez, a csapatmunka hatékonyságának növeléséhez. Az élménypedagógia segítséget nyújt azért, hogy a figyelmet önmagunk megismerése felé irányítja, nyitottabbak leszünk általa új és valós élmények felé. A szolidaritást, az összetartást és az empátiát, továbbá a közösen elért sikereket helyezi előtérbe, ugyanakkor pozitív hatással van a kommunikációs képességek és a kooperáció fejlődésére (Kispéter–Sövényházi, 2008). Fontos tényező, hogy csoportos tanulási környezetben megfelelő alkalom nyílik a differenciálás lehetőségére is, amelynek hatását azzal fokozhatja a pedagógus, hogy az egymást tanítással, a vitákkal, a megbeszélésekkel és az együttműködés mozzanataival differenciális közeget teremt. A játék a tanulási formák kialakításához élményekkel teli környezetet biztosít, mely a legtöbb diák számára magas szintű motivációt eredményez, biztosíthatóvá válik általa a részvétel, a cselekvő jelleg, és így a kontextus is könnyebben érvényesíthető. Ebben pedig kulcsfontosságú szerepet kap maga a pedagógus és a tevékenység önszabályozó jellege. „Igazán a játék aktivizálja a szabályok betartását, mert abban tevékenység útján tapasztalja meg, a „saját bőrén” érzi a szabályok betartásának szükségességét, illetve a megszegésének következményeit.” (Bús, 2013).

Az élménypedagógia nem direkt módon, frontális úton közvetít számunkra pozitív értékrendet, hanem azzal a szabadsággal, amelyben valójában rejlik a hatékonysága. Kiemelt jelentőséggel bír továbbá a játékpédagógia személyiség- és közösségfejlesztő szerepe, a kultúra átadása, hiszen lehetőséget ad a felhalmozott értékek továbbvitelére, ezáltal a társadalomba történő beépítésére (Bús, 2013).

## 3. Digitális játékok az oktatásban

A '80-as és '90-es években számos edutainment alkalmazás született, azonban – elsősorban – kereskedelmi jellegük miatt azok eredményessége kevésbé vált ismeretessé. Az ezredforduló után új definícióként jelentkeztek a 'komoly játékok' ('serious games') és a 'digitális játékalapú tanulás' ('digital game-based learning', DGBL) kifejezések, melyek már konkrétabban rávilágítanak ezen játékok valódi céljára, vagyis a tanítási-tanulási folyamatokat hatékonyságának növelésére (Pásztor, 2013).

Egyre újabb technológiai fejlesztések jelennek meg a digitális játékok és alkalmazások tekintetében, melyek használata egyértelműen a tanulási folyamat

innovatív megközelítést jelent, továbbá a digitális játékalapú oktatóanyagok számának növelésére irányuló törekvést hangsúlyozza. A digitális játékalapú oktatási formák sokkal inkább pozitív hatást gyakorolnak a tanulási eredményekre, mint a hagyományos tanítási módszerek, ebből kifolyólag elsősorban e módszerek fejlesztésének szükségességét hangsúlyozzák a szerzők (Al-Azawi et al., 2016).

A digitális játékok további pozitívuma azok motivációs erejében rejlik. Az egyértelmű, konkrét – elérni kívánt – célok lehetővé teszik az egyén számára a folyamatos visszacsatolás során, hogy észleljék, teljesítményük megfelel-e azoknak, ezáltal hatást gyakorol a teljesítmény növekedésére és hozzájárul a motiváció fokozásához (Garris et al., 2002). A digitális játékok alkalmazása a képességfejlesztés szempontjából is igen nagy jelentőséggel bír, mivel lehetőséget nyújt a gondolkodási műveletek fejlődésének elősegítésére és gyakorlására, ezáltal a közoktatásban alkalmazott oktatási célú interaktív játékok megfelelő teret biztosíthatnak a kognitív képességek fejlesztésére (Pásztor, 2013).

A játék-alapú tanulás specifikus készségek figyelembevétele esetén is magas tanulási értéket rejt magában, úgy, mint kritikus gondolkodás, csoportos kommunikáció, vitakészség és döntéshozatal (Pivec, 2007).

A gamifikáció aktív bevonódást tesz lehetővé, a játék pedig természetes közeget teremt a gyermek számára, és a felfedezés adta öröm által képessé válik a tanulást belülről fakadó igénnyé formálni. A hagyományos oktatás folyamatában megszokottá válik, hogy olyan információkat és olyan tempóban kell, hogy elsajátítsanak, amelyeknek elsősorban más számára van jelentősége, ezzel szemben új technológia bevezetésével mindezt saját ritmusukban, aktivitásukkal válik elérhetővé, kérdések kezdeményezésével juthat információhoz. A gyakori interakció, a visszacsatolás, a versengés mind erősítik a belső motivációt. A játékpedagógia oktatási közegbe történő integrálására esetén az egyik legfontosabb tényezője, hogy felismerjük, sokkal tartósabbá válik az ismeretek elsajátítása a belső motiváció által, hiszen az ember ösztönösen közelebb érzi magát a játék nyújtotta motivációs elemekhez, hiszen ismeretlen területeket fedezhet fel, izgalmakat élhet át, megélheti saját kreativitását. és a flow-élményt (Fromann–Damsa, 2016).

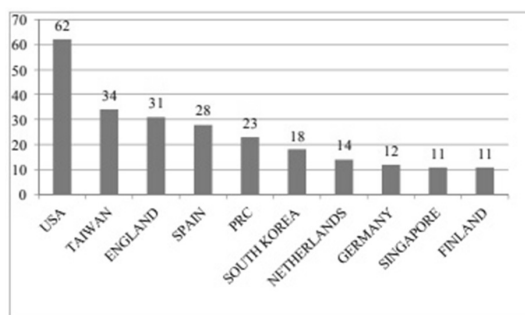
A konstruktív pedagógia is ezt hangsúlyozza, miszerint a gyermek igyekszik a világot értelmezni, belső képeit működtetni, ugyanakkor a körülötte zajló folyamatokat saját tapasztalataival veti azt össze. Erre akkor nyílik lehetősége, ha aktívan tevékenykedhet, ha kísérletezhet, illetve a folyamatokba be is tud avatkozni, annak eredményeivel szembesülhet és aktívan hasonlíthatja saját magyarázatait másokéval. Amennyiben biztosított számára a cselekvő jellegű részvétel, magas motiváció érhető el számára, így a kontextus elve is egyszerűbben képes érvényesülni (Nahalka, 1997).

A csoportos játékok különösen pozitív hatással vannak az együttműködésre, a közösségi élmények pedig segítséget nyújthatnak a tanulási nehézségekkel küzdő gyermekek számára, mivel ebben a kontextusban jobban teljesíthetnek. Továbbá nem csak önmagában a tananyag tartalmának elsajátítása lehet cél a tanítási folyamatban, hanem olyan készségek fejlesztése, amit a játék folyamata is megkövetel (Ujhelyi, 2009).

#### 4. Innovatív módszerek a digitális oktatásban

Újabb kutatások hívják fel a figyelmet a különböző játék alapú, oktatási célt szolgáló mobil-applikációk jelentőségére is, melyek szintén a tanulási motiváció előmozdításában mutatkozó lehetőséget igazolták. Az elmúlt évtizedben számos oktató integrált mobil technológiával támogatott játékot saját tevékenységébe, azonban ezek eredményeiről azonban kevés információ áll rendelkezésre. Az ebben a témában 2007 és 2016 között íródott tanulmányok (Lásd: *1. ábra*) elsősorban az olvasási készségek fejlesztésére hívják fel a figyelmet, vagyis hatékonyabb módszerekre ad lehetőséget a mobiltelefon oktatási célú alkalmazása. Ugyanakkor a problémamegoldásra épülő alkalmazások nagymértékben javították a tanulók teljesítményét, és elősegítették a csoportmunka hatékonyságát is (Chang és Hwang, 2019). Ebből adódóan eredményességük sem egyértelmű, azonban arra vonatkozó megállapítás már született, hogy ígéretesnek bizonyul a tanulási eredmények és a motiváció szempontjából (Wu–Hwang, 2014).

**1. ábra: Az első 10 ország, amely a játék területére integrálta a mobiltelefonnal történő tanulást 2007 és 2016 között**



Forrás: Chang és Hwang (2019)

A grafikonon azok a publikációk vannak számszerűen feltüntetve, melyekben a mobiltechnológiával támogatott játékalapú tanulást vizsgálták az oktatási tevékenységbe történő integrálással. A tanulmány szerzői a publikációk első szerzőinek nemzetisége szerint alkották meg az ábrát, amelyből jól látszik, számos országban próbálták már az oktatási folyamatba integrálni a mobiltelefonok adta lehetőségeket. A mobiltechnológia alkalmazása terén USA, Tajvan és Anglia vezető szerepet tölt be (Chang–Hwang, 2019).

Újszerű módszerre hívja fel a figyelmet egy 2019-es vizsgálat is, amely a tapasztalati tanulás módszerét preferálja, ennek alkalmazása a hátrányos helyzetű középiskolások felsőoktatásba történő felvételében segíti elő. A tanulók motiválására olyan program került kidolgozásra, amely egy nyári program keretén belül lehetőséget biztosít arra, hogy gyakorlati tapasztalatszerzés révén, különböző szimulációkkal egészítse ki a tanulók lexikális tudását, jelentősen megnövelve esélyüket a továbbtanulásra. A programban a tanulási folyamatot holisztikus folyamatnak tekintik, melynek során a környezetünkhöz való alkalmazkodás és a

tapasztalás útján történő tanulás fontosságát hangsúlyozzák (Ghazzawi et al., 2019). A szimuláció pozitívumai, hogy egyrészt visszacsatolást biztosítanak a játékos számára a cél felé tartó folyamatban, másrészt pedig a játékos tevékenysége is befolyással bír annak állapotára (Honey–Hilton, 2011).

## 5. Digitális játékokkal kapcsolatos fenntartások

A digitális játékok egy korlátja, hogy amennyiben a felhasználó elsősorban a játék egyes elemeire koncentrál, akkor maga a tevékenység kevésbé motiválja majd, ebből kifolyólag nem lesz megfelelő a belső motivációja, ezáltal a külső motiváló erők is hatástalannak bizonyulnak (Knavig–Björn, 2013). Problémát jelenthet még, ha az elérhető cél túlságosan elérhetetlennek tűnik, mivel az szintén a motiváció elvesztéséhez vezethet, de ugyanígy történhet akkor is, ha valaki új felhasználóként kapcsolódik be egy játékba, és úgy érzi, nem tudja már utolérni a játékot korábban játszó társait (Augustin et al., 2016). A motiváció csökkenéséhez hozzájárulhat továbbá, hogy nem kapcsolódik egyértelműen jutalomhoz maga a játék, vagyis maga a jutalom hat kizárólag ösztönző tényezőként a felhasználókra (Bui et al., 2015).

Hyrnsalmi és munkatársai (2017) arra a következtetésre jutottak, hogy a játékosítás eredménytelensége elsősorban magához a megvalósításhoz kapcsolható, vagy magának a rendszernek a megtervezéséhez, tehát ha nem megfelelő a kidolgozottságuk, kevésbé bizonyulnak hatékonyak. Fontosnak tartják az új rendszerek tervezése kapcsán, hogy a felhasználók olyan elemeket használjanak, amelyekkel már korábban találkoztak.

Dominguez és munkatársai (2013) tanulmányukban arra a következtetésre jutottak, hogy ugyan a digitális játékok növelik a tanulók motivációját, azonban ennek a mértéke nem kiugró, továbbá nagy erőfeszítéseket kell ahhoz tenni, hogy ez a tanulási forma megvalósíthatóvá váljon és a maximális hatást fejtsse ki. Vizsgálataik során megállapították, hogy maga a gamifikált rendszer sem volt elég motiváló, illetve a tanulók egy része a társaival való versengést sem találta szórakoztatónak. A kognitív hatás szempontjait is vizsgálat alá vonták, melynek során azt vélték felfedezni, nem teljesítettek jobban a gamifikációban részt vett diákok, mint a hagyományos képzésben részt vevők. Több hibát találtak a játékok értékelési rendszerében, kiemelték továbbá, és problémásnak ítélték, hogy az ebben a témakörében született tanulmányok elsősorban a pozitívumok hangsúlyozására összpontosítanak.

Szintén a szakirodalmat feltáró vizsgálat eredményei alapján Toda és munkatársai (2018) négy negatív hatást azonosítottak, amelyek a hatástalanság, a teljesítményvesztés, a felhasználók helytelen viselkedése és a csökkentett hatás elérése, melyek közül a legtöbbet említett negatívum a vizsgált szakirodalmakban a teljesítmény elvesztése. A felhasználók nem megfelelő viselkedését találták a gamifikáció második negatív hatásának, vagyis a tanulás kontextusában nem azt a hatást fejtette ki, mint amire eredetileg alkalmazni szerették volna. Fontos kiemelni, hogy szintén a hibás tervezés vagy a tervezés teljes hiánya volt ennek a kiváltó oka. Ezt követte a harmadik tényező, mint negatívum, a várt hatás hiánya, ez esetben a tanulókat sem negatív sem pozitív irányban nem befolyásolta a játékosított tanítás.

Végül a motiváció csökkenésére hívták fel a figyelmet, amelynek értelmében bizonyos idő után a tanulók motivációja hanyatlik, amivel egyenes arányban teljesítményük is csökkenő tendenciát mutat. Mindezen eredmények alapján elmondható, hogy a gamifikációval kapcsolatos negatívumok a nem megfelelő módszer kiválasztásából, vagy a keretek hiánya miatt következtek be. Másik fontos tényező, hogy a játék beépítése során elsődlegesen a tanulók motivációjára összpontosítottak, nem pedig a pontos tervezésre.

A digitális játék oktatásba való integrálása során fontos tehát figyelni arra, hogy az optimális terhelés az ideális, ami biztosítja a feladatok és a képességek összhangját és a játék élvezete mellett a sikerélmény is elérhetővé válik. A cél elérhető szintjének behatárolása során is elsődleges szempont, hogy ne legyen elérhetetlen és ezáltal ne jelentse a felhasználó számára emiatt a játék befejezését. Érdemes továbbá ideális jutalmazási rendszert kialakítani, a pozitív visszacsatolást szem előtt tartva, ám a jutalomnak minden esetben arányosnak kell lennie a felhasználó által nyújtott teljesítménnyel (Fromann–Damsa, 2016).

## 6. Összegzés

A digitálizációt megelőző időszakban a szaktudást alapvetően az határozta meg, hogy a pedagógus az adott területen mennyire mély és szerteágazó tudást birtokol. A szaktudás másik fontos összetevője, hogy ezt a tudást milyen hatékonyan és eredményesen tudja átadni. Napjainkban egyre inkább előtérbe kerül, hogy a tanár központú, frontális oktatás helyett a diákok aktivizálására épülő módszereket lenne szükséges alkalmazni (Prensky, 2010).

A játékok iskolai alkalmazása néhány problémát is felvet. Egyrészt nem egyszerű a tantervbe illesztése, továbbá a tanórai időkeret is korlátozza a komplexebb játékok megvalósítását (Ujhelyi, 2009). Az Országos Köznevelési Intézet 2005-ben végzett vizsgálatának eredményei azt mutatják, hogy a megkérdezett pedagógusok több mint 80 százaléka próbálta már alkalmazni a frontális oktatási formától eltérő módszerek valamelyikét, azonban ennek ellenére inkább a hagyományos frontális osztálymunkánál maradtak, mivel ezek nagymértékben felborítják a megszokott tanórai rendet, továbbá időigényesnek vélik (Radnóti, 2006). További vizsgálatok világítanak rá arra, hogy például az infokommunikációs eszközök tanórai keretek között történő használata a tanároknál szorongást és ehhez kapcsolódóan elutasítást váltanak ki (Qing, 2007). Számukra a digitális felületek alkalmazása elsősorban a szórakozáshoz, társas kapcsolatok fenntartásához vagy a játékhöz kötődik (Waycott et al., 2010), a játékot pedig gyakran fenntartással kezelik.

A fentebb leírtak alapján azonban mégis fontos feladat lenne a régi tapasztalatok ötvözése az új módszerekkel, hiszen a megszokottól eltérő tanulási formák nagymértékben elősegíthetik az ismeretek elmélyülését.



## Irodalomjegyzék

- Al-Azawi, R., Al-Faliti, F., Al-Blushi, M. (2016): Education Vs. Game Based Learning: Comparative Study. *International Journal of Innovation, Management and Technology*. 7 (4): 132–136. <https://doi.org/10.18178/ijimt.2016.7.4.659> (2020. 09. 30.)
- Augustin, K., Thiebes, S., Lins, S., Linden, R., Basten, D. (2016). *Are We Playing Yet? A Review of Gamified Enterprise Systems*. PACIS 2016 (Paper 2.)
- Bui A., Veit, D., Webster, J. (2015): Gamification – A Novel Phenomenon or a New Wrapping for Existing Concepts? In: *Thirty Sixth International Conference on Information Systems*. 1–21.
- Bús I. (2013): Játék és kultúra. A játék szerepe a gyermekek kultúra-elsajátításában. *Iskolakultúra*. 23 (5–6): 108–115.
- Chang, C. Y., Hwang, G. J. (2019): Trends in digital game-based learning in the mobile era: a systematic review of journal publications from 2007 to 2016. *Int. J. Mobile Learning and Organisation*. 13 (1): 68–90. <https://doi.org/10.1504/IJMLO.2019.096468> (2020. 09. 30.)
- Dominguez, A., Saenz-de-Navarrete, J., de-Marcos, L., Fernandez-Sanz, L., Pages, C., Martínez-Herráiz, J. J. (2013): *Gamifying Learning Experiences: Practical Implications and Outcomes*, *Computers & Education*. 63. 380–92 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.12.020> (2020. 09. 30.)
- Fromann R., Damsa A. (2016): A gamifikáció (játékosítás) motivációs eszköztára az oktatásban. *Új Pedagógiai Szemle*. 66 (3–4): 76–81.
- Garris, R., Ahlers, R., Driskell, J. E. (2002): Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming*. 33 (4): 441–467. <https://doi.org/10.1177/1046878102238607> (2020. 09. 30.)
- Ghazzawi, I. A., Lee, B., Cho, Y. (2019): Reaching Out to Underserved High School Students. An Experiential Approach to Higher Education. *Journal of Higher Education Theory and Practice*. 19 (4): 42–59. <https://doi.org/10.33423/jhetp.v19i4.2201> (2020. 09. 30.)
- Honey, M. A., Hilton, M.L. (2011): *Learning Science Through Computer Games and Simulations*. The national Academies Press. Washington.
- Hyrnsalmi, S., Smed, J., Kimppa, K. K. (2017): The Dark Side of Gamification: How we should stop worrying and study also the negative impacts of bringing game design elements to everywhere. In: *Proceedings of the 1st International GamiFIN Conference*. Pori, Finland, May 9–10. 2017. 96–104. (CEUR Workshop Proceedings; Vol. 1857)
- Kispéter A., Süvényházi E. (2008): *Élménypedagógia. Csapatépítő játékok*. Bába Kiadó. Szeged
- Knavig, K., Björn, S. (2013): Designing for Fun and Play: Exploring possibilities in design for gamification. Gamification'13. In: *Proceedings of the First International Conference on Gameful Design, Research, and Applications*. 131–134. <https://doi.org/10.1145/2583008.2583032> (2020. 09. 30.)
- Nahalka I. (1997): Konstruktív pedagógia – egy új paradigma a láthatáron (III.) *Iskolakultúra*. (4): 3–20
- Pásztor A. (2013): Digitális játékok az oktatásban. *Iskolakultúra*. 23 (9): 37–48.
- Pivec, M. (2007): Editorial: Play and learn: potentials of game-based learning. *British Journal of Educational Technology*. 38 (3): 387–393.
- Prensky, M. (2010): *Teaching Digital Natives: Partnering for Real Learning*. Corwin. Thousand Oaks. Calif.
- Qing, Li (2007): Student and Teacher Views About Technology. *Journal of Research on Technology in Education*. 39 (4): 377–397. <https://doi.org/10.1080/15391523.2007.10782488> (2020. 09. 30.)
- Radnóti K. (2006): Milyen oktatási és értékelési módszereket alkalmaznak a pedagógusok a mai magyar iskolában? In: *Kerber Zoltán: Hidak a tantárgyak között*. Budapest. Országos Közoktatási Intézet
- Savery, J. R. (2006): Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1 (1): 1–13. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002> (2020. 09. 30.)

- Tari A. (2011): *Z generáció – Klinikai pszichológiai jelenségek és társadalom-lélektani szempontok az Információs Korban*. Tericum Kiadó. Budapest.
- Toda, A., Valle, P. H., Isotani, S. (2018): *The Dark Side of Gamification: An Overview of Negative Effects of Gamification in Education. Higher Education for All. From Challenges to Novel Technology-Enhanced Solutions*, Springer. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-97934-2\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-97934-2_9) (2020. 09. 30.)
- Ujhelyi A. (2009): Iskola 2.0. Digitális generáció az oktatásban. *Iskolakultúra*. (11): 54–60.
- Waycott, J., Bennett, S., Kennedy, G., Dalgarno, B., Gray, K. (2010): Digital divides? Student and staff perceptions of information and communication technologies. *Computers & Education*. 54 (4): 1202–1211. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.11.006> (2020. 09. 30.)
- Wu, P. H., Hwang, G. J. (2014): Applications, impacts and trends of mobile technology-enhanced learning: a review of 2008–2012 publications in selected SSCI journals. *Int. J. Mobile Learning and Organisation*. 8 (2): 83–95.

## A HAZAI KÜLFÖLDI KÖZVETLEN TŐKEBEFEKTETÉSEK TERÜLETI DIFFERENCIÁLTSÁGA

Komarek Levente

**Absztrakt:** Magyarország számára a közvetlen külföldi tőkebefektetések jelentős szereppel bírtak az átalakuló gazdaság szerkezeti újjáépítésében és modernizációjában, ezzel hozzájárulva a gazdaság fejlődéséhez. Annak érdekében, hogy egy adott ország és térség gazdasági fejlettségét meghatározzuk, ismernünk kell annak főbb gazdasági mutatóit. Ezen adatok alapján valós képet kaphatunk az egyes országok fejlettségi szintjéről és az egyes térségek gazdaságban betöltött súlyáról és szerepéről. Hazánk nyitott, tőkehiányos, kis gazdaság, ezért számára mindig is meghatározó szerepe volt a külföldi tőkebefektetéseknek. Az elmúlt évtizedekben a tőkén kívül természetesen fejlett technikákhoz is hozzájutottunk, új piacok nyíltak meg, valamint a világ gazdaságainak érdeklődése más módon is ösztönözte az ország és egyes térségek gazdasági fejlődését. Hazánkban a rendszerváltozás, majd pedig az Európai Unióhoz történő csatlakozást követően jelentős területi fejlettségbeni különbségek alakultak ki. Ebből kifolyólag szükségessé válnak olyan elemzések, amelyek arra adnak választ, hogy milyen pozitív vagy negatív irányú változások következtek be az elmúlt években ezen a téren. Az elemzés Magyarország 20 területegységének (19 megye + Budapest) differenciált fejlődését és fejlettségi szintjének időbeni alakulását vizsgálja a hazánkba irányuló külföldi közvetlen tőkebefektetések tükrében.

**Abstract:** In Hungary, foreign direct investments have played a significant role in the structural reconstruction and modernization of the transforming economy, thus contributing to economic development. In order to determine the economic development of a given country and region, we need to know its main economic indicators. These data provide a realistic picture of the level of development of each country and its importance and role in the economy. Hungary is an open, capital-deprived small economy, which is why foreign capital investments have always played a decisive role for it. In addition to capital, of course, in recent decades, we have gained access to advanced techniques, new markets have opened up, and the interest of world economies has in other ways stimulated the economic development of the country and certain regions. After the regime change and later, following the accession to the European Union, there were significant spatial development differences in Hungary. For this reason, analyses are needed to answer what positive or negative changes occurred in this field in recent years. The analysis examines the differentiated development of the 20 spatial units of Hungary (19 counties + Budapest) from foreign direct capital investments, as well as the development level of Hungary.

**Kulcsszavak:** külföldi tőke, tőkebefektetés, bruttó hazai termék (GDP), területi differenciáltság, Magyarország

**Keywords:** foreign capital, capital investment, gross domestic product (GDP), spatial differentiation, Hungary

### 1. Bevezetés

A rendszerváltozás előtti években a magyar gazdaságot komoly egyensúlyi problémák és hatalmas adósságterhek sújtották. A négy évtized szocialista gazdaságára épülő kötött áras árukereskedelem a KGST piac szétesése miatt hirtelen épült le, az infláció elszabadult. A privatizáció révén megvalósuló tőkebefektetések megalapozták a növekedés feltételeit (Ligeti, 2010). A magyar gazdaság 1990 óta végbement sikeres szerkezeti átalakulásában meghatározó szerepet játszottak a külföldi közvetlen tőkebefektetések. Magyarországon ezek a külföldi

tőkebefektetések az 1990-es években jelentek meg, állományuk értéke azóta folyamatosan növekedett. A közvetlen külföldi beruházások beáramlásának köszönhetően a termelékenység is növekedésnek indult, valamint hozzájárult a technológiák modernizációjához, újabb exportkapacitások létrehozásához, új munkahelyek teremtéséhez, javította az ország külső pénzügyi egyensúlyát (Fábián, 2012).

A fejlődéshez és a versenyképesség megteremtéséhez, illetve annak növeléséhez napjainkban is folyamatosan tőkére van szükség. Ez a tőke származhat belső és külső forrásból. Mivel azonban belső forrásaink mindig szűkösek voltak és most is azok, külsőket is igénybe kell vennünk. A külső forrás lehet külföldi hitel, vissza nem térítendő támogatás, segély és lehet külföldi működő tőke. Ez utóbbi igénybevétele gazdasági fejlődésünk különböző szakaszaiban többször fontos volt és ma is nélkülözhetetlen (Abonyiné, 2006; Abonyiné et. al., 2005, 2007, 2017).

A területi különbségek bemutatására a hazai szakemberek gyakran alkalmazzák a külföldi közvetlen tőkebefektetések területegységek szerinti alakulását, amelyet nagyon sok aspektusból vizsgálhatunk. Elemezhetjük a volumenének-, az ágazati-, a termékcsoport-, a termékszerkezetének-, a területi struktúrájának alakulását, a tőkeforrás-, a nagyság-, a szektor szerinti megoszlását is (Abonyiné et. al., 2011, 2015; Komarek, 2019).

## 2. Anyag és módszer

Az elemzéshez adatforrásként a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) által rendelkezésre álló statisztikai adatokat használtam fel. Az adatokból olyan mutatókat képeztem, amelyek lehetővé tették hazánk fejlettségének időbeni és területi összehasonlító elemzését és a bekövetkezett változások főbb tendenciáinak bemutatását. Az elemzés a külföldi közvetlen tőkebefektetések területi differenciáltságára, illetve a bruttó hazai termék (GDP) területi alakulására gyakorolt hatását vizsgálja.

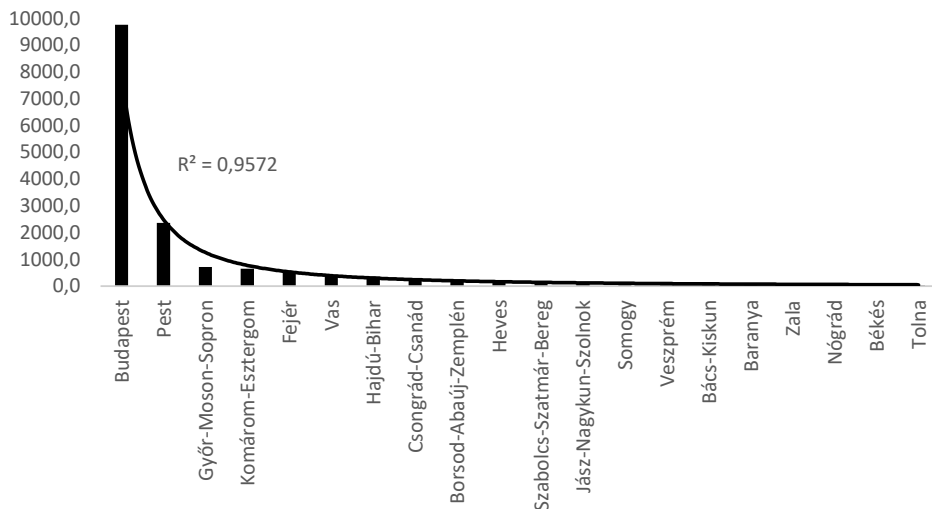
A rendszerváltozást követő években, majd pedig az Európai Unióhoz történő csatlakozását követően, hazánk területi fejlettségében változások következtek be. Ezek a változások szükségessé teszik olyan vizsgálatok és elemzések elvégzését, amelyek válaszokat adnak arra vonatkozóan, hogy a területi (megyei szintű) fejlettségben történtek-e pozitív vagy negatív irányú változások, illetve mely területegység (megye) súlya és szerepe növekedett vagy csökkent az elmúlt években ezen a téren. Ezen feltevések megválaszolására elemzésemhez matematikai-statisztikai módszereket alkalmaztam (range-arány, relatív range, korreláció).

## 3. Eredmények és értékelésük

A területi fejlettség alakulására jelentős hatással lehet a külföldi közvetlen tőkebefektetések. A gazdasági növekedés, a fejlődés, a versenyképesség, az ágazati és a területi struktúra változás egyik fontos meghatározója a külföldi közvetlen tőkebefektetések. A külföldi közvetlen tőkebefektetések multiplikátor hatása miatt nem közömbös annak nagysága, időbeni eloszlása és területi alakulása. Azok a

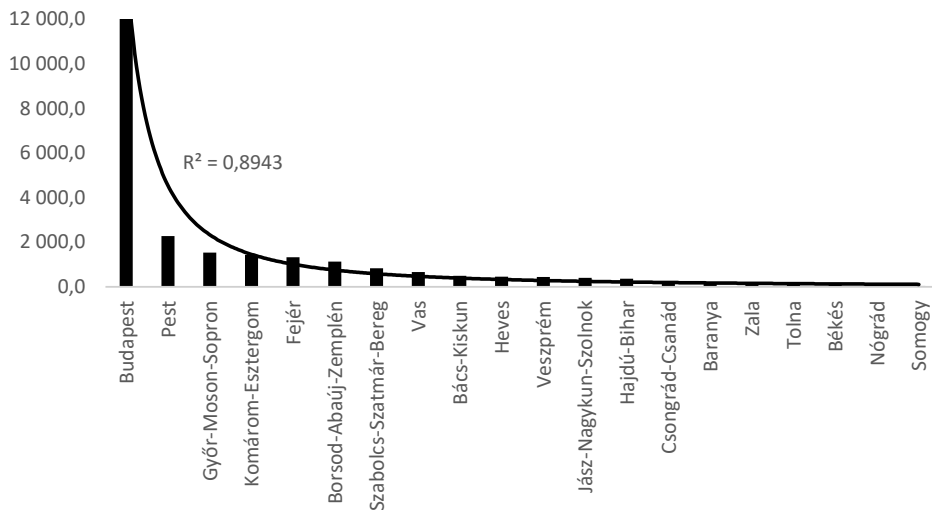
térsegek, amelyek hosszú távon kitüntetett helyzetet élveznek a befektetések tartós, dinamikus fejlődése, bővülése miatt, általában dinamikus térséggé válnak, míg ahová nem jut ezekből a fejlesztési forrásokból, vagy csak kevés, esetleg kevésbé hatékony, tartósan lemaradnak.

1. ábra: A hazai közvetlen külföldi tőkebefektetések területi rangsora (milliárd Ft) (2008)



Forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján

2. ábra: A hazai közvetlen külföldi tőkebefektetések területi rangsora (milliárd Ft) (2018)



Forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján

A vizsgált időszakban megállapítható, hogy a hazai közvetlen külföldi tőkebefektetések esetében Budapest kitüntetett szerepe nemcsak állandósult, hanem növekedett. A range-arány és a relatív range alapján Budapest képezte a maximumot, míg Tolna és Somogy megye váltakozva a minimumot ( $K_{2008} = 448,1$ ;  $K_{2018} = 485,7$ ;  $Q_{2008} = 12,1$ ;  $Q_{2018} = 10,5$ ). Ez nem csak a főváros nagyon dinamikus fejlődéséből, hanem a leszakadó térségek lassú előre mozdulásából is adódott (1. ábra, 2. ábra).

A megyék közül a felső szélső értéket Pest megye alkotta. Ugyanakkor megállapítható, hogy a hazai közvetlen külföldi tőkebefektetések esetében az élenjáró bolyban mindig a Nyugat- és Észak-dunántúli megyék szerepeltek (Győr-Moson-Sopron, Komárom-Esztergom, Fejér).

Az alsó szélső értékű csoportok körében sem történt markáns változás. A vizsgált időszakban Tolna és Somogy megye volt a sereghajtó. Tolna és Somogy megye mellett Békés és Nógrád megye volt a leginkább lemaradó a hazai közvetlen külföldi tőkebefektetések tekintetében.

Ha a range-arányt és a relatív ranget Budapest nélkül a 19 megyére vizsgáljuk, akkor is erőteljes differenciálódás állapítható meg. Ebben az esetben Pest megye képezte a maximumot, míg Tolna, illetve Somogy megye a minimumot ( $K_{2008} = 96,7$ ;  $K_{2018} = 82,4$ ;  $Q_{2008} = 2,6$ ;  $Q_{2018} = 1,8$ ). Ebben az esetben is szembevetendő a két szélső érték közötti jelentősebb különbség.

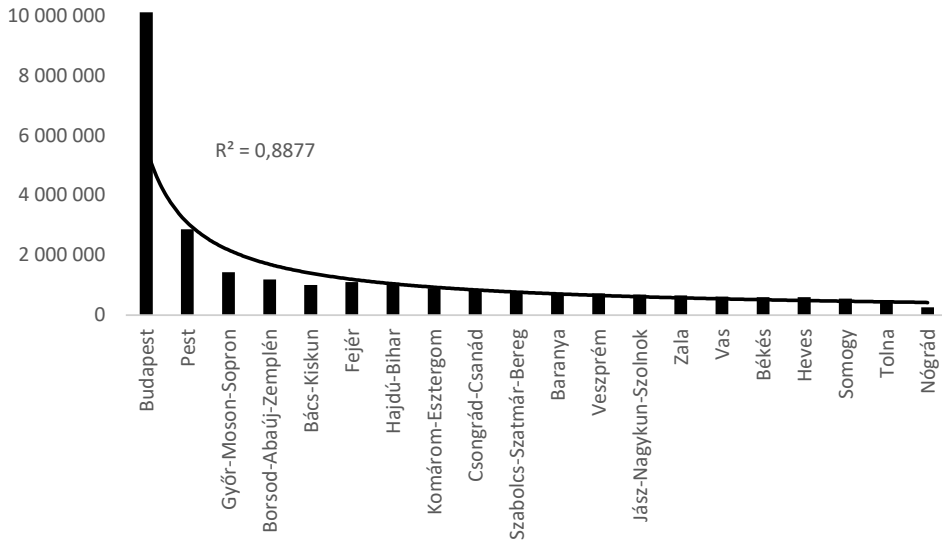
Ha megnézzük a hazai közvetlen külföldi tőkebefektetések volumenét, akkor megállapítható, hogy a főváros és Pest megye szerepe továbbra is meghatározó. E mellett ezen a téren a Dunántúli megyék (főleg Győr-Moson-Sopron-, Komárom-Esztergom-, Fejér megye) is kiemelkednek. Az alföldi megyék közül pedig Bács-Kiskun megye javított jelentősen korábbi helyezésén. Míg 2008-ban a rangsorban a 15. helyén helyezkedett el, addig 2018-ban már a 9. helyen.

A hazai legjelentősebb külföldi közvetlen tőkebefektető országok: Németország, Hollandia és Ausztria. Napjainkban e három országból származik a külföldi közvetlen tőkebefektetések több mint 50%-a, míg az összes Európai Unió országból pedig közel 70%-a. A hazánkban megvalósuló külföldi közvetlen tőkebefektetések a feldolgozóiparba, ezen belül pedig a járműgyártásba, a villamosgépgyártásba, illetve a vegyiparba és gyógyszergyártásba érkeznek. A legnagyobb befektetők közé tartoznak az Audi Hungária, a Bosch, a Siemens, a Knorr-Bremse és a Mercedes Benz.

A hazánkba irányuló külföldi közvetlen tőkebefektetések jelentős mértékben hozzájárulhatnak az egyes térségek fejlődéséhez és ezen keresztül gazdasági teljesítményük növekedéséhez. A gazdasági növekedés általános mutatója a bruttó hazai termék (GDP). A növekedés szemléletű közgazdaságtan alaptétele, hogy ha a bruttó hazai termék (GDP) nő, akkor egészséges a gazdaság, bővül a piaci forgalom, miáltal a jövedelmek is emelkednek.

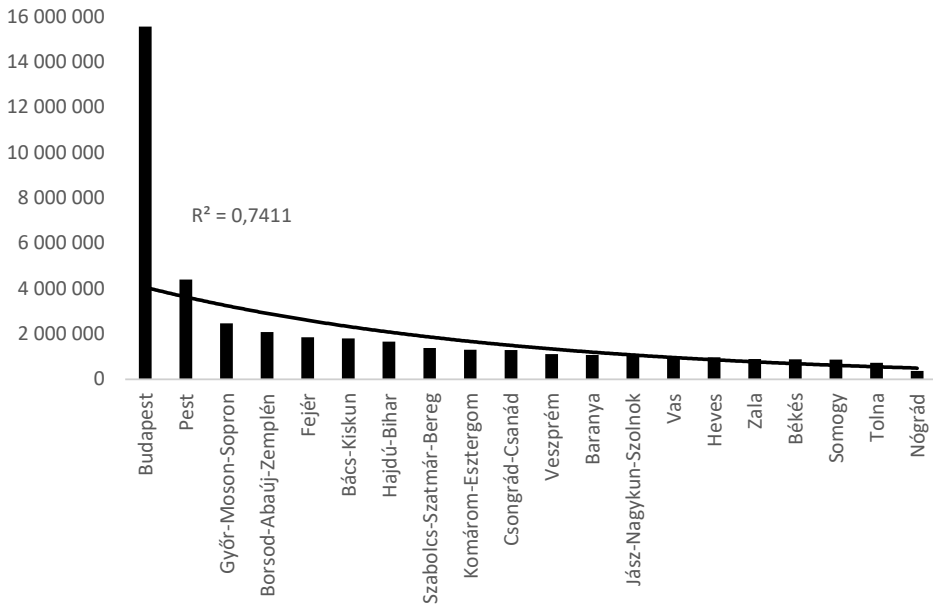
A vizsgált időszakban a bruttó hazai termék (GDP) alakulását tekintve Budapest kiemelkedő szerepe nem csak stabilizálódott, hanem dinamikusan növekedett. A range-arány és a relatív range alapján Budapest képezte a maximumot, míg Nógrád megye a minimumot ( $K_{2008} = 39,8$ ;  $K_{2018} = 42,2$ ;  $Q_{2008} = 7,3$ ;  $Q_{2018} = 7,1$ ) (3. ábra, 4. ábra).

**3. ábra: A bruttó hazai termék (GDP) területi rangsora Magyarországon (millió Ft) (2008)**



Forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján

**4. ábra: A bruttó hazai termék (GDP) területi rangsora Magyarországon (millió Ft) (2018)**



Forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján

A megyék közül a felső szélső értéket Pest megye képviselte. Ugyanakkor megállapítható, hogy a bruttó hazai termék (GDP) alakulásában az élenjáró megyék: Győr-Moson-Sopron, Borsod-Abaúj-Zemplén, Fejér és Bács-Kiskun.

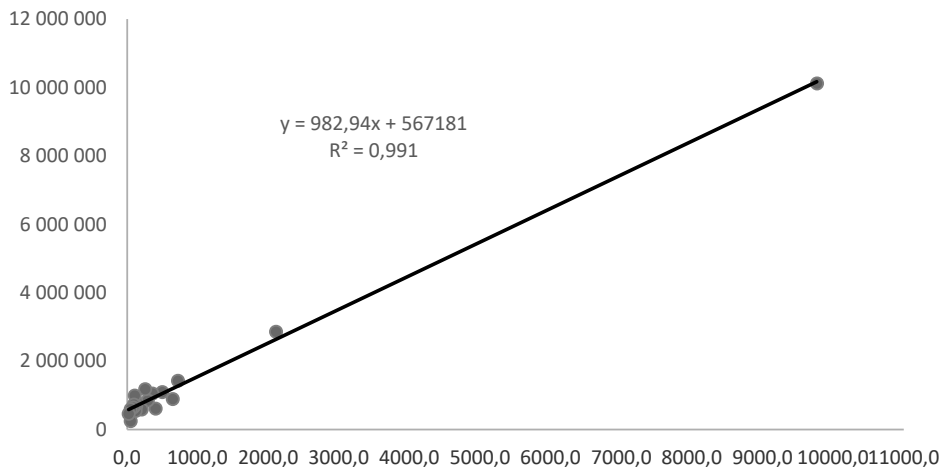
Az alsó szélső értékű csoportok körében sem történt markáns változás. A vizsgált időszakban Nógrád, Tolna és Somogy megye volt a sereghajtó.

Ha a range-arányt és a relatív ranget Budapest nélkül a 19 megyére vizsgáljuk, akkor is jelentős különbségek figyelhetők meg. Ebben az esetben Pest megye képezte a maximumot, míg Nógrád megye a minimumot ( $K_{2008} = 11,3$ ;  $K_{2018} = 11,9$ ;  $Q_{2008} = 1,9$ ;  $Q_{2018} = 1,9$ ). Ebben az esetben is szembeűnő a két szélső érték közötti jelentősebb különbség.

A vizsgálat alapján megállapítható, hogy azok a térségek, amelyek a külföldi közvetlen tőkebefektetések előnybe részesítenek, azok általában dinamikusabban fejlődnek és ezáltal gazdasági teljesítményük is növekszik.

Ha a hazai közvetlen külföldi tőkebefektetések és a bruttó hazai termék (GDP) közötti összefüggéseket vizsgáljuk, akkor megállapítható, hogy a két mennyiségi ismérv között szoros pozitív korrelációs kapcsolat van ( $r_{2008} = +1,00$ ;  $r_{2018} = +0,99$ ). Tehát azokban a térségekben (megyékben) ahol jelentős a hazai közvetlen külföldi tőkebefektetések volumene, ott általában magasabb a bruttó hazai termék (GDP) alakulása (5. ábra, 6. ábra).

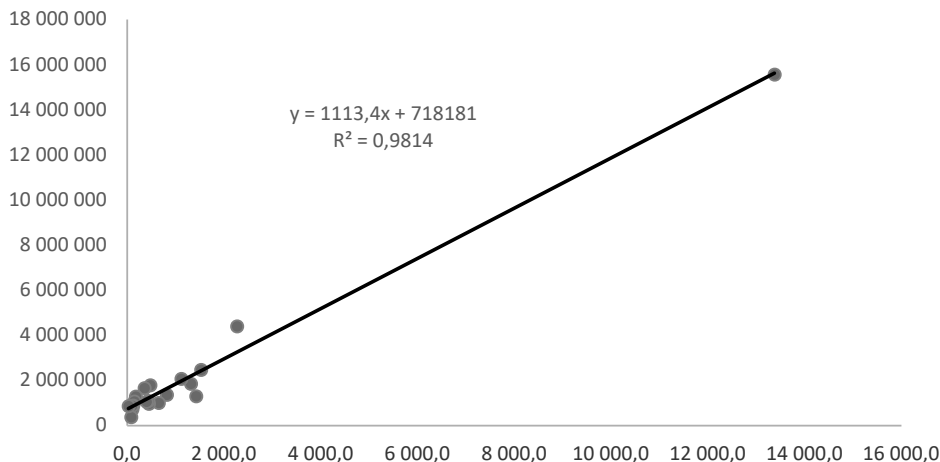
**5. ábra: A hazai külföldi közvetlen tőkebefektetések és a bruttó hazai termék (GDP) közötti kapcsolat alakulása (2008)**



Forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján



**6. ábra: A hazai külföldi közvetlen tőkebefektetések és a bruttó hazai termék (GDP) közötti kapcsolat alakulása (2018)**



Forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján

#### 4. Következtetések és javaslatok

Az elemzés alapján megállapítható, hogy a főváros, a Közép-Dunántúl és a Nyugat-Dunántúl eddigi domináns helyzete továbbra is megmaradt.

A külföldi közvetlen tőkebefektetések régiók szerinti alakulását és változásának időbeni mértékét mutatja az 1. számú táblázat. Az adatok alapján elmondható, hogy a főváros szerepe a csökkenés ellenére még mindig meghatározó ezen a téren. A Dunántúli régiók esetében, Dél-Dunántúl kivételével növekedés tapasztalható. Hasonló a helyzet a dunától keletre eső régiók esetében is. Igaz, itt jóval szerényebb a külföldi közvetlen tőkebefektetések mértéke és ezen befektetések jelentős mértékben koncentrálnak egy-egy nagyobb településre. E mellett elmondható, hogy 2008-ról 2018-ra 53,6%-al növekedett a hazánkba irányuló külföldi közvetlen tőkebefektetések mértéke.

**1. táblázat: A külföldi közvetlen tőkebefektetések régiók szerinti alakulása (%)**

Területegység	2008	2018	Változás mértéke (%)
Budapest	60,5	52,6	-7,9
Pest megye	13,0	8,9	-4,1
Közép-Dunántúl	7,8	12,5	+4,7
Nyugat-Dunántúl	7,5	9,1	+1,6
Dél-Dunántúl	1,5	1,1	-0,4
Észak-Magyarország	3,1	6,5	+3,4
Észak-Alföld	3,8	6,2	+2,4
Dél-Alföld	2,8	3,0	+0,2

Összességében megállapítható, hogy a közvetlen külföldi tőkebefektetések jelentős hatással vannak egy terület jelenlegi és jövőbeni fejlődésére. Az elmaradott térségek csak abban az esetben lesznek alkalmasak gazdasági teljesítményük növelésére, ha a rendelkezésre álló tőkebefektetéseket hatékonyan tudják felhasználni. Ezért, ha a területi fejlettségben az egyes térségek a kiegyenlítődésre töreksenek, akkor a tőkebefektetésekre különösen oda kell figyelniük. Az elmaradottabb térségek felzárkóztatása csak intenzívebb fejlesztési források biztosításával lehetséges. Ha a tőkebefektetések területileg egyenlőtlenül valósulnak meg, azok a térségek, amelyek hosszú távon kitüntetett helyzetet élveznek a tőkebefektetések tartós bővülése miatt, általában dinamikus térséggé válnak, míg ahová kevesebb tőke vagy fejlesztési forrás jut, vagy kevésbé hatékony, tartósan lemaradnak. A következő évek nyertesei között szerepel a Dunántúl megyéi (pl. Komárom-Esztergom-Tatabánya-Doosan, Zala-Zalaegerszeg-Flex), valamint az alföldi megyék közül Bács-Kiskun- és Hajdú-Bihar megye. Előbbi a Mercedes Brems és a Knorr-Bremse (Kecskemét), utóbbi pedig a BMW és a Continental (Debrecen) több milliárd forintos közvetlen külföldi tőkebefektetéseinek köszönhetően. Az eddig megvalósult, illetve az új közvetlen külföldi tőkebefektetések elősegíthetik az adott térségek szűkebb és tágabb környezetének dinamikus fejlődését.

Azokban a térségekben, ahol jelentős a hazai közvetlen külföldi tőkebefektetések volumene, ott általában magasabb a bruttó hazai termék (GDP) alakulása. A befektetési hajlandóság bővülése és annak hatékonysága elősegítheti az egyes térségek bruttó hazai termékének (GDP) növekedését, hozzájárulva ezzel a régiók fejlődéséhez.

## Irodalomjegyzék

- Abonyiné Palotás J. (2006): A külföldi működő tőke szerepe gazdaságunk fejlődésében. In: Kiss A., Mezösi G., Sümeghy Z. (szerk.): *Táj, környezet és társadalom: ünnepi tanulmányok Keveiné Bárány Ilona professzor asszony tiszteletére*. SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged. 25–33.
- Abonyiné Palotás J., Komarek L. (2005): *Jegyzet Magyarország társadalomföldrajza tanulmányozásához*. JATEPress Kiadó, Szeged.
- Abonyiné Palotás J., Komarek L. (2007): Dél-Alföld gazdasági helyzete és a kilábalás lehetőségei. *Területi Statisztika*, 10 (47) (6) 586–594.
- Abonyiné Palotás J., Komarek L. (2011): Összehasonlító vizsgálatok az ipari beruházások ágazati és területi szerkezetének alakulásáról. *Comitatus – Önkormányzati Szemle*, 21 (9) 25–33.
- Abonyiné Palotás J., Komarek L. (2015): Changes in hungarian spatial differences during the past two decades. *Review on Agriculture and Rural Development*, 4 (1–2) 29–37.
- Abonyiné Palotás J., Komarek L. (2017): Területi egyenlőtlenségeink alakulása. In: András I., Rajcsányi-Molnár M. (szerk.): *East-west cohesion: strategical study volumes*. Cikos Group, Subotica. 18–26.
- Fábián E. (2012): Tőkebefektetések Magyarországon. *Köz-Gazdaság*, (1) 111–121.
- Komarek L. (2019): Territorial differentiation of the development of Hungary. *Romanian Journal of Regional Science*, 13 (1) 15–34.
- Ligeti I. (szerk.) (2010): *Jövőképek és gazdasági stratégiák*. Ecostat. Gazdaság- és Társadalomkutató Intézet, Budapest.

## A HAZAI HÚS- ÉS FEHÉRJEFOGYASZTÁS FELTÉRKÉPEZÉSE

Újvári Gréta – Zsótér Brigitta – Bencsik Dóra

**Absztrakt:** Hazánk népességének nagy része húsevő. Egyre jobban kezd itthon is teret hódítani a hús elhagyása és a vegetáriánus étrend. A húsvásárlási-, valamint hús-, és fehérjefogyasztási szokásokat kutattuk. Próbáltunk összefüggést keresni a vegetáriánus étrend és az iskolázottság, sportolási szokások között. A vizsgálat eredménye alapján megállapítottuk, hogy a megkérdezettek köre a magyar átlaghoz hasonlóan főként baromfi- és sertéshúst fogyaszt. A legtöbben úgy vélik, hogy a húsok fogyasztása szükséges a kiegyensúlyozott táplálkozáshoz. Az élvezeti érték is számottevő, valamint a hagyományos ételek miatt is esznek többen állati eredetű élelmiszert. Húsok és hústermékek vásárlásakor a legfőbb szempontként a vizualitás, külső megjelenés jelent meg. A válaszadók több mint fele az árat is figyelembe veszi vásárláskor, tehát jól látszik az árérzékenység. Magasabb végzettségi arány lelhető fel a vegetáriánusok között. Vezető ok a hús elhagyásánál az, hogy egészségesebbnek tartják ezt az étrendet.

**Abstract:** Most of the population of our country is a carnivore. The abandonment of meat and the vegetarian diet are gaining ground in Hungary. We researched Hungarian meat buying, meat and protein consumption habits. We tried to find a connection between the vegetarian diet and education, sports habits. Based on the results of the survey, the population in Hungary still consumes mainly poultry and pork. Most people believe that consuming meat is necessary for a balanced diet. The enjoyment value is also considerable, and traditional foods are also eaten because of more animal food. When buying meat and meat products, the main aspect was visuality and appearance. More than half of the respondents also take the price into account when shopping, so it is clear that the domestic population is price sensitive. Higher education rates can be found among vegetarians. The leading reason for leaving meat is that this diet is considered healthier.

*Kulcsszavak:* hús, húsfogyasztás, húsvásárlás, vegetarianizmus

*Keywords:* meat, meat consumption, meat shopping, vegetarianism

### 1. Bevezetés

Hazánkban elterjedt a húsfogyasztás, viszont egyre inkább teret hódítanak a húsnélküli, vagy éppen teljesen állati eredetű fehérjeforrás nélküli étkezési szokások, mint a vegetáriánus, illetve a vegán étrend.

Ugyanakkor érdemes megjegyezni, hogy az egészséges életmód valójában pozitív összefüggésben van-e a fenntartható fejlődéssel (Simonyi P., 2015)?

A húsokról köztudott, hogy magas fehérjetartalommal rendelkeznek, és teljes értékű fehérjeforrásként jegyezzük őket. A hús nélküli étrendet folytatóknak így nagyobb mértékben oda kell figyelniük a megfelelő fehérjebevitelre.

Sokszor felmerül a kérdés, hogy a hús nélküli élelmiszerfogyasztással nem vihető be elegendő, megfelelő minőségű fehérje a szervezetbe. Kutatásunkban így a húsvásárlási, -fogyasztási szokásokat, a hús nélküli étkezést mérjük fel. Érdekeséggé vált a sportolási szokásokat is vizsgáljuk, mivel szeretnénk feltárni, hogy van-e összefüggés a hús fogyasztása, elhagyása, valamint a sportolási szokások között.

## 2. A kutatás célja, módszertana

Jelen kutatásban a hazai fehérjefogyasztási szokások bemutatását követően a fehérjék táplálkozási jelentőségét szeretnénk ismertetni. A megalapozott táplálkozástudományi ismereteken kívül, a hazai hús- és fehérjefogyasztási szokásokat mutatjuk be.

A kutatás gyakorlati része online kérdőívezéssel folyt, ahol a kitöltők húsfogyasztási, vásárlási szokásait vizsgáltuk, a húst nem fogyasztókat pedig étkezési szokásaikról kérdeztük, illetve sporttevékenységekre is külön kitértünk. A bevezető kérdések természetesen demográfiai jellegűek voltak, hogy ez alapján is be lehessen kategorizálni a vizsgálatban résztvevőket.

## 3. Hazai statisztikák

A Központi Statisztikai Hivatal adatait gyűjtöttük össze első lépésként, hogy megnézzük a hazai élelmiszerfogyasztást. 2018-cal bezárólag találtunk adatokat.

*1. táblázat: Napi fehérjebevitel mennyisége különböző élelmiszerek esetében, grammban kifejezve*

Év	Hús	Hal	Tej	Tojás	Zsiradékok	Liszt és rizs	Burgonya	Zöldség, gyümölcs	Egyéb növényi eredetű élelmiszerek	Összesen	Ebből: állati fehérje
2005	33,7	1,7	16,0	5,9	1,9	32,1	4,6	7,0	2,5	105,4	59,2
2006	35,0	1,8	15,6	5,8	1,9	30,3	4,2	7,5	2,5	104,6	60,0
2007	33,4	1,8	15,7	5,7	1,8	29,1	4,1	7,2	2,5	101,3	58,4
2008	32,6	1,8	15,2	5,5	1,7	29,3	4,5	7,5	2,5	100,6	56,7
2009	32,7	1,7	15,0	5,3	1,7	29,1	4,2	7,4	2,4	99,5	56,4
2010	29,9	1,7	15,0	5,1	1,6	29,1	4,2	6,7	2,5	95,8	53,3
2011	29,5	1,7	14,6	4,7	1,6	28,1	4,4	6,7	2,3	93,6	52,1
2012	29,9	1,7	15,0	4,6	1,6	28,2	4,3	6,2	1,9	93,4	52,8
2013	29,4	1,7	14,1	4,6	1,4	28,2	4,0	6,5	2,2	92,1	51,3
2014	31,1	1,9	15,0	4,8	1,5	27,9	4,3	6,9	2,3	95,7	54,3
2015	33,9	2,0	15,9	4,9	1,7	27,7	4,2	7,3	2,5	100,1	58,4
2016	35,2	2,0	16,2	5,0	1,7	29,1	4,1	7,3	2,6	103,2	60,1
2017	37,9	2,1	15,9	5,1	1,7	29,8	3,9	7,3	2,8	106,5	62,7
2018	40,3	2,2	15,9	5,2	1,8	30,2	4,1	7,3	2,9	109,9	65,4

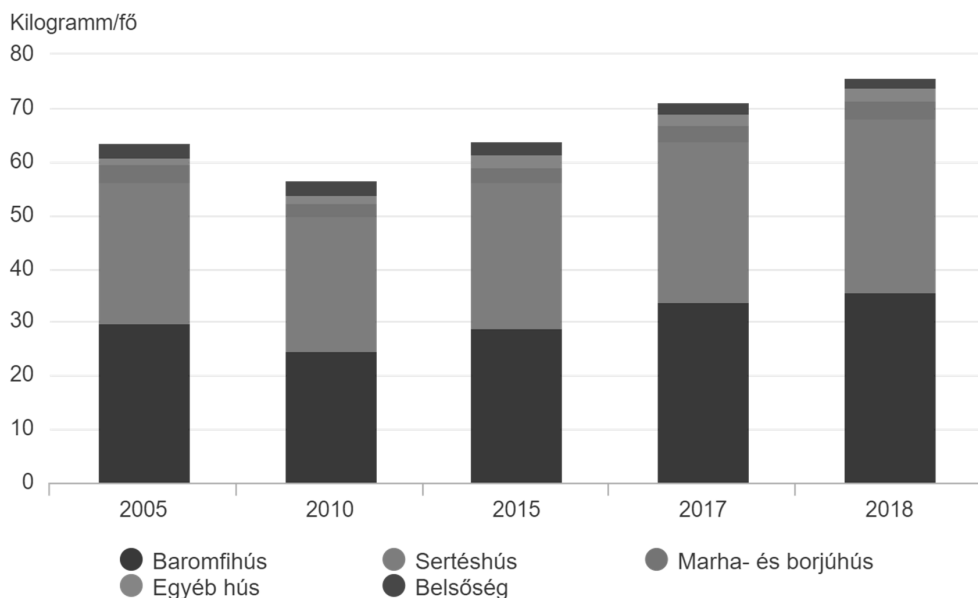
Forrás: Központi Statisztikai Hivatal

Az 1. táblázatban az 1 főre jutó napi fehérjemennyiség látható grammban kifejezve, 2005 és 2018 között. Jól látható az adatok alapján, hogy 2013. óta egyre jobban nő a fehérjefogyasztás, különösen az állati eredetű fehérjéé. Utóbbit számottevően hús és tej formájában visszük a szervezetünkbe. A növényi eredetűt

számottevően liszt és rizs, valamint zöldség és gyümölcs formájában vesszük magunkhoz. Viszonylag kiegyensúlyozottnak mondható a hazai ételmisszerfogyasztás. Nagy mértékben nem koncentráldódik sem állati, sem növényi eredetű fehérjére, bár előbbi azért magasabb arányban van jelen.

**1. ábra: A rendelkezésre álló húsok összetétele hazánkban kilogramm/fő mennyiségben**

**A rendelkezésre álló hús összetétele**



Forrás: Központi Statisztikai Hivatal

A húsfogyasztás jól látszik, hogy növekvő tendenciát mutat az évek során (1. ábra). A baromfi- és a sertéshús fogyasztása a legmagasabb hazánkban, és a 2 érték együtt meghaladja az összes húsfogyasztás 90%-át. A marha- és borjúhús fogyasztásának emelkedése is megfigyelhető kis mértékben.

#### 4. A hazai táplálkozás jellemzői

A magyar konyhaművészet igazán jellegzetes ízeket hordoz magában. A hagyományos fűszerezés mellett, szénhidrátban és zsírban gazdag ételeket rejt magában a hazai gasztronómia. Itt említenénk meg az ételmisszeripari hungarikumok jelentőségét is, amelyek történelmi múlttal rendelkező, hagyományos módon előállított, hozzáadott értéket képviselő termékek (Kis–Pesti, 2015).

Rigó János „Dietetika” című művében (2013) ír arról, hogy az 1980-as évektől, 2010-ig a hazai lakosság egészségi állapota romlott. Ennek okai lehetnek, hogy nem kiegyensúlyozott az emberek táplálkozása, az élvezeti szereket túl nagy mértékben fogyasztják, illetve az egészségtelen, mozgásszegény életmód. Arra is kitér, hogy az

évi 145 ezer fős halálozási ráta és a hazai lakosság élettartamának csökkenésében jelentős szerepet játszik a helytelen, nem kiegyensúlyozott táplálkozás. Emellett az évi 80 ezer fős szív- és keringési, illetve 32 ezer fős daganatos megbetegedések halálozási aránya és az egészségtelen táplálkozás között is összefüggés tapasztalható.

A szerző azokat a szokásokat is összegyűjtötte, melyek helytelenek a hazai táplálkozásban:

- túl magas az energia- és zsírbevitel: az ajánlott 300 mg helyett, átlagosan 500 mg a fogyasztásunk,
- túl magas a cukorfogyasztásunk,
- túl sós ételeket készítünk, az ajánlott 5 g helyett, átlagosan 15 g-ot viszünk a szervezetünkbe egy nap,
- alacsony a rostfogyasztásunk: napi 20-25 g rostot fogyasztunk 30-35 g helyett,
- kevés vitamint és ásványi anyagot viszünk be szervezetünkbe,
- túl magas az alkoholfogyasztás aránya: közel 1 millióan napi 10-20 g alkohalnál rendszeresen többet fogyasztanak.

## 5. Az aminosavak szerepe és jelentősége

Az aminosavak a fehérjék építőkövei. Amellett, hogy energiaforrásként hasznosítja szervezetünk, több bennünk lévő folyamat prekursora, tehát olyan vegyületek, melyek más vegyületet előállító folyamatokban vesznek részt. Fontos szerepük van például a megfelelő hormonműködésben.

Táplálkozásélettani szempontból azon aminosavakat tekintjük esszenciálisnak, melyeket külső forrásból, élelmiszerként kell a szervezetünkbe juttatnunk. Ezek hiánya a gyermekek növekedésére nézve zavarokat okozhatnak. A különböző élelmiszerek aminosav igényünk szempontjából különböző értékűeknek számítanak. Ez függ magának a fehérjének a minőségétől, illetve, más, a szervezet energiaigényét kielégítő anyagok mennyiségétől és minőségétől. Az állati eredetű fehérjék általában kellő, megfelelő mennyiségben tartalmaznak esszenciális aminosavakat, a növényiek kisebb mennyiségben (Csapó et. al, 2006). A 2. táblázatban láthatunk néhány példát az egyes tápanyagok fehérjetartalmára és biológiai értékére.

2. táblázat: Egyes tápanyagok fehérjetartalma és biológiai értéke

Megnevezés	Fehérje (%)	Biológiai érték (%)*
Tojás	13,0	94
Tehéntej	3,5	85
Marhahús	20,6	74
Halhús	16,0	76
Szója	41,5	73
Burgonya	2,5	67
Borsó	22,5	64
Búzaliszt	14,0	52

Forrás: Csapó et. al, 2006

\*A FAO adatai alapján számított, elvileg „teljes értékű” fehérjére vonatkoztatva.

Szervezetünknek folyamatosan szüksége van a fehérjékre, hiszen vizelettel, bélsárral, verejtékkel veszünk belőle. Valamint a haj, köröm növekedése és a bőr kopása is csökkenti ezt a mennyiséget. Ez az endogénfehérje-vesztesség 0,34 g fehérjét jelent testtömeg-kilogrammonként, melyet felnőtt esetében 0,75 g/ttkg jó minőségű fehérjével lehet pótolni. Természetesen gyermekeknél, csecsemőknél, tehát fejlődő szervezeteknél, illetve gyermeket váróknál magasabb ez az igény. A fehérjéből magát az aminosavakat hasznosítja szervezetünk. Ha valaki kevés fehérjét fogyaszt, akkor visszamaradhat a növekedésben, ödémái lehetnek, illetve, ha energiaháánnyal párosul vérszegénységet is okozhat (Csapó et. al, 2006).

## 6. Fehérjék szerepe a sportban

Izomszöveteink fő építőelemei az aminosavak. Izmaink háromnegyedét víz alkotja, második fő építőköve pedig a fehérje. Legnagyobb fehérjeraktárunk a vázizomzatunk, melyben a fehérjék mennyisége csökkenhet éhezés, testi aktivitás során. A szervezet a vércukorszint fenntartására koncentrál, ilyenkor a felépítő folyamatok háttérbe szorulnak (Tihanyi, 2015).

Az erőedzés, valamint a rezisztencia edzés, mely során az izmok összehúzódását külső ellenállás révén fokozzuk, növeli az izomtömeget. Ez, valamint az izmok regenerációja fehérjeigényes folyamat. A különböző edzésformák máshogy hatnak a fehérje anyagcserére (3. táblázat). Állóképességi sportoknál a mitokondriális fehérjék mennyiségére van jobban hatással. Korábbi kutatások szerint atléták esetében a rezisztencia edzésnél kevesebb fehérje felvételével is elérhető volt a pozitív nitrogénmérleg. Maga az izomzat szénhidrátot és zsírt használ fel a terhelések során. A fehérjefelhasználás elenyésző. Jose Antonio 2014-es kutatása szerint az extrém magas fehérjebevitel rezisztencia edzést végző sportolóknál nem okozott javulást a testösszetételben, az izomtömeg növekedésében, valamint a zsírtömeg sem nőtt tőle. (Tihanyi, 2015)

3. táblázat: Fehérjeszükséglet különböző sportolói állapotban

	Fehérjeszükséglet (g/ttkg)
Felnőtt nem sportoló	0,8
Felnőtt szabadidő-sportoló	0,8-1,5
Állóképességi sportoló	1,2-1,6
Fejlődésben lévő serdülő, junior sportoló	1,5-2,0
Izomtömeg-növelő sportoló	1,5-1,7
Befogyasztó élsportoló	1,8-2,0
Maximum élsportolói szükséglet	2,0
Állóképességi sportoló férfi	1,2-2,0
Állóképességi sportoló nő	1,1-1,7

Forrás: Tihanyi, 2015

A magas húsfogyasztás a vastagbélrák kialakulásának kockázatát növelheti. Fehérjekiégésztők használatával is fent tudják tartani a sportolók a rostszegény táplálkozást és a magas fehérjefogyasztást. Emésztőrendszeri panaszokhoz vezethet,

mint például a puffadás, hasmenés. Ezt esetlegesen pre- és probiotikumokkal lehet megelőzni, korrigálni. Izomtömegünk növelésében fontos szerepe van a megfelelő fehérjebevitelnek. Sporttáplálkozás esetén 0,75-1 g/ttkg az ajánlott napi fehérjemennyiség, de komolyabb sportolók esetén 1,5-2 g/ttkg is lehet ez az arány. Tihanyi András kiemeli „Sportágspecifikus sporttáplálkozás” című könyvében (2015), hogy az elérendő célok, egészségi állapot, fizikai igénybevétel azon tényezők, melyek meghatározzák a szükségleteket. Úgy véli jó minőségű fehérjekiegészítők egészséges emberek esetében használhatóak. Fő fehérjeforrásként a sovány tejtermékeket említi, mellette pedig a sovány húsokat és a halakat tartja az egészséges és vegyes étrend részeként számon.

## 7. A vegetarianizmus irányzatai, előnyei, hátrányai

A tudomány jelenlegi állása szerint az emberek mindenevők, tehát mind a növényi, mind az állati eredetű táplálékot tudjuk hasznosítani. A vegetarianizmusnak többféle irányzata van.

A szemivegetarianizmus egy mai divatirányzatnak számít, amely vegyes étrenden alapul. Az egyén főként növényi eredetű táplálékot fogyaszt, hallal és baromfi hússal kiegészítve ezt. Az ovo-lakto vegetarianizmusnál tojás és tej, tejtermékek fogyasztása megengedett. Ovovegetarianizmusnál csak tojás fogyasztása megengedett a növény eredetű táplálékok mellett. Laktovegetarianizmusnál tej, tejtermékek a megengedettek. Peszko-vegetarianizmusnál a növényi ételek mellett halat lehet még enni. A vegánok, a veganizmus képviselői minden állati eredetű nyersanyagot mellőznek ételeikből. A nyers vegetárinusok pedig a vegetáriánus ételek 75-100%-át nyersen fogyasztják. Balogh Sándor „Alternatív táplálkozás – választható táplálékaink” című könyvében (2017) ír ezekről.

Balogh Sándor (2017) arról is ír, hogy különböző kutatások eredményei alapján egészségügyi előnyökkel is jár a vegetarianizmus. Többek között csökkenti az epe- és vesekő kialakulási kockázatát, egészséges csontokhoz vezet, mert ez az étrend több kalcium felszívódását teszi lehetővé, egészségesebb fehérjeforrást is biztosít. A szívbetegség, stroke kialakulását is csökkenti, valamint a magas vérnyomást is sikerül mérsékelni vele. Viszont jól összeállított étrendre van szükségük a vegetarianusoknak, mivel számos ásványi anyag és vitaminhiánnyal járhat ez az étkezési mód. Az esszenciális aminosavak és a fontos zsírsavak bevitelére is oda kell figyelni az állati eredetű táplálékok mellőzése esetében. Természetesen az életkor is befolyásolja a vitaminok és ásványi anyagok szükséges beviteli mennyiségét, amire különösen figyelni kell. Például időskorban (Simonyi et al., 2013) mások az ilyen jellegű igények, mint mondjuk fiatalfelnőtt korban vagy esetleg a csecsemőknél (Gál et al., 2010).

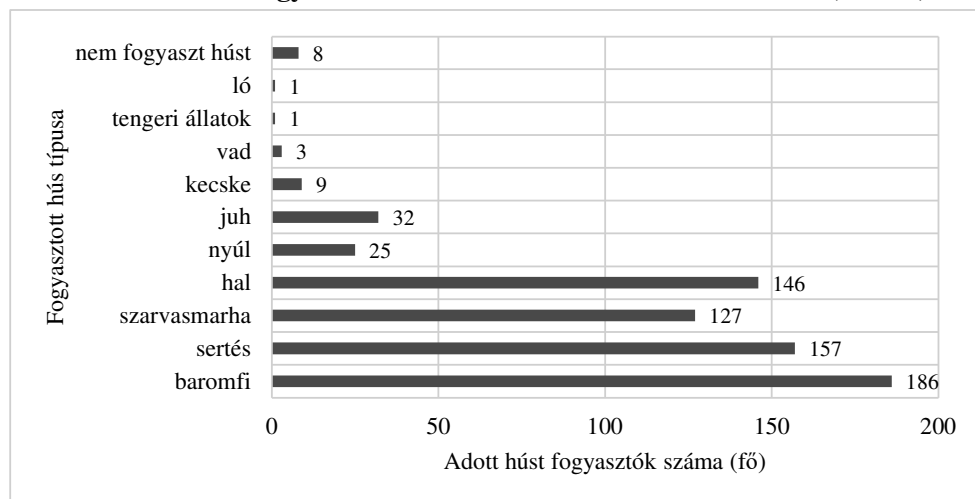
## 8. Saját vizsgálat és eredményei

A kutatást online kérdőívek kitöltésével végeztük, melyet egy ismert közösségi oldalon osztottunk meg. A kérdőívet összesen 200 fő töltötte ki, ennek 69,1%-a nő,



30,9%-a férfi volt. Magyarország minden területéről érkeztek válaszok. Lakóhely tekintetében 19,4% tanyasi vagy falusi volt, a többi válaszadó mind városi volt. 17,9% volt a budapestiek aránya, 31,8% pedig valamely megyeszékhelyünkön élő. A kitöltők több mint harmada 31-45 év közötti volt, ezt követte 30,3%-kal a 22-30 év közötti korosztály. Végzettség tekintetében a kitöltők majdnem harmada egyetemi alapképzéssel rendelkező, 22,9%-uk érettségizett, 20,3%-uk egyetemi mesterképzéssel rendelkezik.

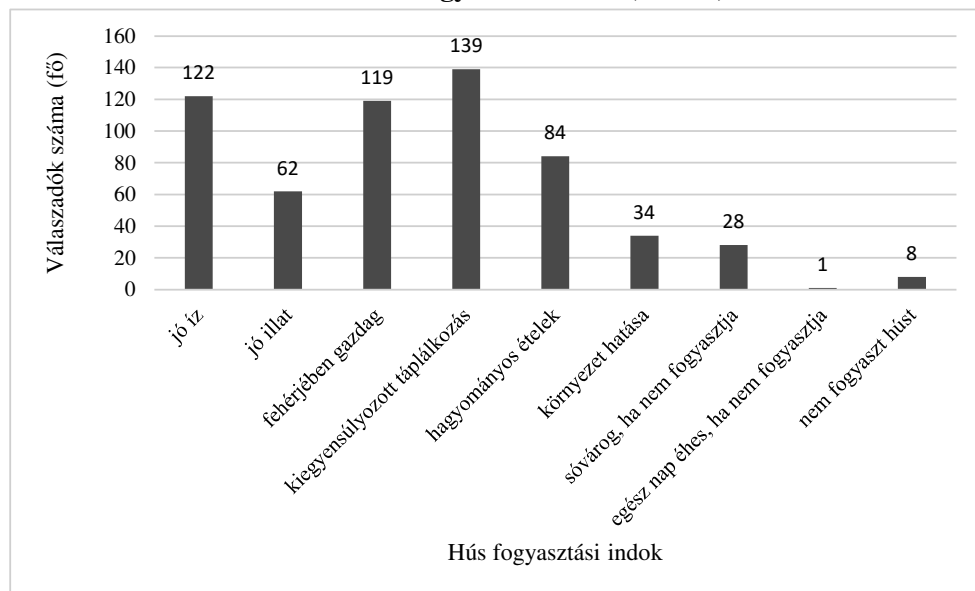
2. ábra: Húsok fogyasztása a felmérésben résztvevők körében (N=200)



Forrás: saját szerkesztés

A Központi Statisztikai Hivatal adatait alátámasztja saját kutatásunk, mivel a válaszadók nagy része valóban főként baromfi- és sertéshúst fogyaszt. Érdekes, hogy a kitöltők szinte háromnegyede halat is fogyaszt (2. ábra).

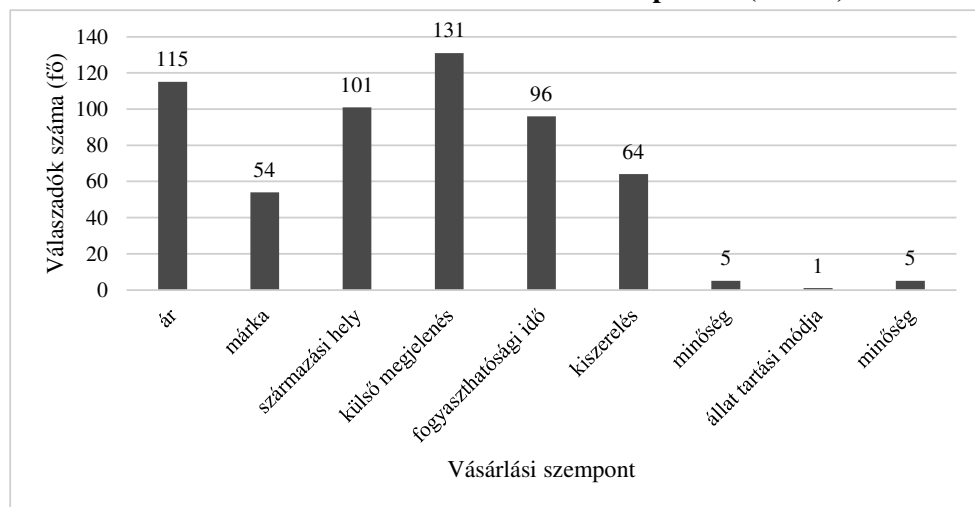
3. ábra: Húsfogyasztási okok (N=200)



Forrás: saját szerkesztés

Húsfogyasztási okként főként a kiegyensúlyozott táplálkozást jelölték meg, valamint a jó ízt, illetve, hogy fehérjében gazdag ez az ételtípus. A válaszadók több, mint 40%-a a hazai hagyományos ételek miatt is eszik húst (3. ábra).

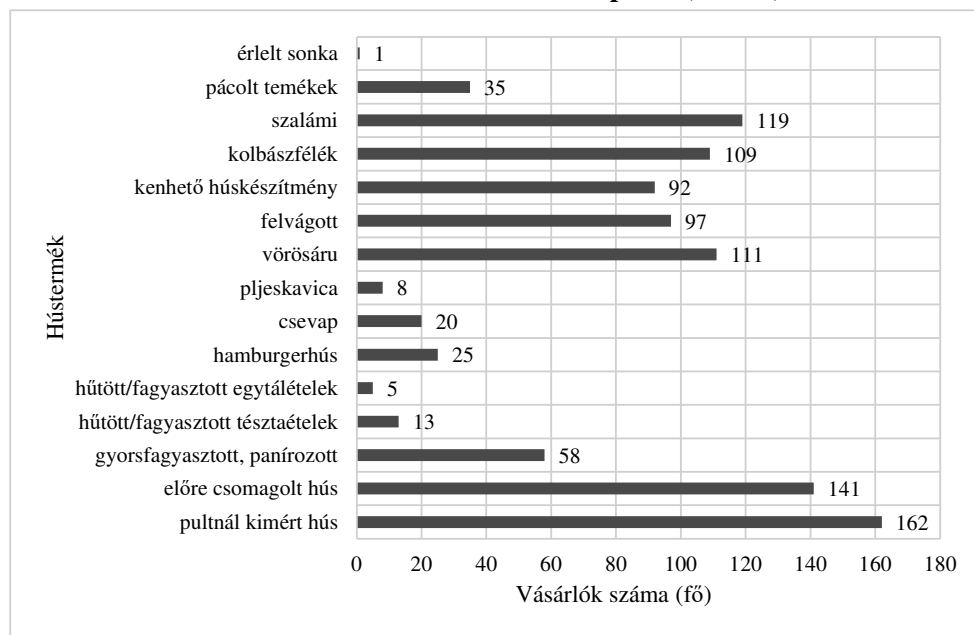
4. ábra: Hús és hústermék vásárlási szempontok (N=200)



Forrás: saját szerkesztés

Húsok és hústermékek vásárlásánál a válaszadók szinte kétharmada a külső megjelenést is megnézi, mikor ilyen terméket vásárol (4. ábra). Majdnem 60%-uk az árat is figyelembe veszi, így ez alátámasztja azt a feltételezést, hogy a megkérdezett fogyasztók árérzékenyek. Fontos szempontnak számít még ezeken túl a származási hely és a fogyaszthatósági idő.

5. ábra: Vásárolt hústermékek típusai (N=200)



Forrás: saját szerkesztés

A vásárolt húsok és hústermékek típusait is vizsgáltuk (5. ábra). A válaszadók több, mint 80%-a pultnál kimért, több mint 70%-a előre csomagolt húst vásárol. Magasabb hozzáadott értékű hűtött, gyorsfagyasztott termékeket ennél sokkal kevesebben vesznek. Ezek közül 29%-kal a panírozott termékek és 12,5%-kal a hamburgerhús említésre méltó. Feldolgozott hústermékek közül a kitöltők majdnem 60%-a vásárol szalámit, ami nem véletlen, hiszen maga a téliszalámi Hungarikumunk. Emellett még a válaszadók több, mint 50%-nál vörösáruk és kolbászfélék is kerülnek az asztalra.

6. ábra: Vegetáriánus étkezés okai (N=200)



Forrás: saját szerkesztés

A hús nélküli étkezés okai igazán egyöntetűek voltak, mint ahogy az a 6. ábrán jól látszik. A válaszadók 4%-a vegetáriánus és 1 válaszadó kivételével mindannyian egészségesebbnek vélik ezt az étkezési szokást. Összefüggést fedeztünk fel az iskolázottság és a vegetarinizmus között, ugyanis az általuk adott válaszok alapján több mint 60%-uk egyetemi végzettséggel rendelkezik. 75%-uk városban él, tehát a válaszadók negyede falusi és tanyasi vegetáriánus. Sportolási szokásaik nem tértek el a húsevő egyénétől.

## 9. Összegzés

A megkérdezettek körében a baromfi- és sertéshús továbbra is a legnépszerűbb a húsok között. Ezt követi a hal és a szarvasmarha. A legtöbben úgy vélik, hogy a húsok fogyasztása szükséges a kiegyensúlyozott táplálkozáshoz. Ez összefügghet azzal, hogy bennük megtalálható az összes esszenciális aminosav, mely szervezetünk megfelelő működéséhez szükséges. Az élvezeti érték is számottevő, valamint a magyar gasztronómia miatt hagyományos ételeink miatt is sokan esznek húst. Húsok és hústermékek vásárlásakor a legfőbb szempontként a vizualitás, külső megjelenés jelent meg. A válaszadók közel 60%-a az árat is figyelembe veszi, tehát jól látszik, hogy árérzékenyek.

Kutatásunkban a válaszadók 4%-a volt vegetáriánus, tehát ezt a szegmenst érdemes lenne tovább vizsgálni. Továbbá megállapítható, hogy összefüggés van az iskolázottság mértéke és a vegetarianizmus között. Magasabb végzettségi arány volt a vegetáriánusok között. Vezető ok a hús elhagyásánál az, hogy egészségesebbnek tartják ezt az étrendet.

## Köszönetnyilvánítás

A tanulmány az Emberi Erőforrások Minisztériuma, az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő és a Nemzeti Tehetség Program NTP-HHTDK-20-0001 számú pályázatának a támogatásával készült.



## Irodalomjegyzék

- Balogh S. (2017): *Alternatív táplálkozás – választható táplálékaink*, Oriold és Társai Kft., Budapest, 183–204.
- Csapó J. et al. (2006): *Élelmiszer- és takarmányfehérjék minősítése*, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1–25., 216–218.
- Kis K., Pesti K. (2015): Szegedi élelmiszeripari hungarikumok helyzete, lehetőségei a globalizáció és a lokalizáció kölcsönhatásában: eredet, hagyomány és minőség szögediesen. *Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok*, X. évfolyam, 2. szám, 9–34.
- Gál J., Németh M., Vincze-Lendvai E. (2010): Bébiétel vásárlási és fogyasztási szokások Sándorfalván. In: Papp-Váry Á., Csépe A. (szerk.) *"Új marketing világrend": MOK 2010 : a Magyar Marketing Szövetség Marketing Oktatók Klubja 16. országos konferenciája*. Budapest, Magyarország, Budapesti Kommunikációs és Üzleti Főiskola, p. 52 .
- Rigó J. (2013): *Dietetika*, Medicina Könyvkiadó, Budapest, 113–114.
- Simonyi P. (2015): A táplálkozás aktuális összefüggéseiről: történet, egészség, fenntarthatóság. *Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok*, X. évfolyam, 2. szám, 53–64.
- Simonyi P., Végh K. , Kincses Á., Illés S. (2013): Időskorúak fenntartható élelmiszerfogyasztása. In: Bottlik Zs.(szerk.) *Önálló lépések a tudomány területén*. Budapest, Magyarország, ELTE TTK Földtudományi Doktori Iskola, pp. 83–99., 17 p.
- Tihanyi A. (2015): *Sportágspecifikus sporttáplálkozás*, Krea-Fitt Kft., Budapest, 54–58.  
<http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/statutokor/elelmfogy/2019/index.html> (2020.10.03.)  
[http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat\\_hosszu/elm15.html?lang=hu#](http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_hosszu/elm15.html?lang=hu#) (2020.10.03.)



## FELSZÍN ALATTI ÖNTÖZŐRENDSZER TELEPÍTÉSÉNEK PÉNZÜGYI ELŐKÉSZÜLETEI

Zsótér Brigitta – Bagi Bence

**Absztrakt:** Egy intenzív gyümölcsös öntözőrendszer létesítésének pénzügyi tervezését végeztük el. Már korábban megvalósult, hasonló jellegű ültetvények látogatását és a befektetőkkel készített interjúkat követően megterveztük a saját beruházásunkat. Az általunk legjobban kivitelezettnek talált öntözőrendszert egy Kiskunhalas környéki 20 hektáros gyümölcsöst ellátó öntözőberendezést találtuk. Az öntözött területet egy kútpár látja el 10 öntözési szektorra lebontva, amik külön- külön 1órás etapokban működve összességében 10 óra leforgása alatt beöntözik a teljes termő területet, gyakorlatilag kevesebb, mint fél nap alatt. A földfelszín alatti Rivulis D900 csepegtető szalagok kiváló szolgálatot tesznek a gazdának, ugyanis legalább másfélszer hatékonyabbak földfelszín feletti társaikhoz képest, továbbá képesek a növények tápanyagellátását biztosítani az öntözőszalagokba juttatva folyékony tápoldat formájában. A pályázati lehetőségeket figyelembe véve: VP2.-4.1.4-16 A mezőgazdasági vízgazdálkodási ágazat fejlesztése felhívás és segédletei alapján számoltuk ki a pénzügyi előkalkulációinkat. Természetesen az EU pályázat által finanszírozott forgatókönyv eredményei a kedvezőbbek, tehát ezt érdemes megvalósítanunk a jövőben.

**Abstract:** Financial planning for the establishment of an intensive orchard irrigation system was carried out. Visits to similar plantations in the past based on the conclusions drawn from the information gathered, we planned our own investment. I found the irrigation system we found to be the best implemented, an irrigation system supplying 20 hectares of orchards around Kiskunhalas. The irrigated area is supplied by a pair of wells divided into 10 irrigation sectors, which operating in separate 1-hour sections, irrigate the entire productive area in a total of 10 hours, practically in less than half a day. Underground Rivulis D900 drip belts do an excellent service to their owners, giving them a one-and-a-half-effect like their above-ground counterparts, and being able to provide a nutrient supply to plants by applying liquid nutrient solution to irrigation belts. The estimate was made regarding opportunities for EU fundings: VP2.-4.1.4-16. The development of the agricultural water management sector call for proposals. The EU funded scenario seemed to be more beneficial, it is worth implementing.

**Kulcsszavak:** öntözőrendszer telepítés, pénzügyi előkalkulációk, tervezés, beruházás

**Keywords:** irrigation system installation, financial estimates, planning, investment

### 1. Bevezetés

A globális klímaváltozás hatásai napjainkban már érzékelhetőek és hazánkra is komoly hatást fejtenek ki, számos új nehézséggel szembesítve a gazdákat. Az éghajlat globális alakulásával párhuzamosan egyértelmű változások mutathatók ki a hazai hőmérsékleti és csapadékviszonyokban. Az utóbbi három évtized során a napi maximum-hőmérséklet drámai mértékben emelkedett, mellyel párhuzamosan csökken az éves csapadék-mennyiség is. A klímaváltozás következtében a csapadék mennyisége és időbeli eloszlása is szélsőségesebbé, kiszámíthatatlanabbá válik. Gyakori, hogy egy adott éven belül ugyanazon a területen egyszerre jelentkezik vízelvezetési és vízpótlási (öntözési) igény. Az egyenlőtlen csapadék-eloszlás és az egyre gyakoribbá váló aszályok miatt a mezőgazdaság klímaváltozásnak való kitettsége nő (Glenn, 2009).

A változó klíma és a globális felmelegedés fogalmakat, azok hatásait sokan vitatják a civil és szakmai életben egyaránt. Egy dolog viszont biztos. A mezőgazdaságban akár a kertészeti ágazatban, akár szántóföldi kultúrák esetében mára már nélkülözhetetlenné vált a versenyképesség megtartásához a megfelelő csapadék mennyiségének biztosítása kultúrnövényeink számára. A piacon csak az képes megtartani vezető pozícióját, aki képes stabil terméshozamot és azt a legjobb minőségben a fogyasztók, felvásárlók számára biztosítani.

A földalatti csepegtető öntözőcső elhelyezésének számos előnye van a felszíni telepítéssel szemben (Balogh, 1988). Az öntözővíz adagolása közben nincs párolgási veszteség, a talajfelszín teljesen szárazon tartható. Az evaporáció elmaradása miatt nem koncentrálnak a felszínen vízben oldott sók (Balogh, 1964). A csepegtető csövek nem akadályozzák a felszínen folyó munkákat pl. a tárcsázást, mulcsolást (Tóth, 2000). A csövek élettartama lényegesen hosszabb lehet, mint a felszín felettieké, ugyanis nincsenek kitéve a Nap UV sugarainak, valamint a hőmérséklet-ingadozásokból adódó lebomlási, előregedési folyamatoknak. Ültetvények esetében alkalmazása során a gyökerezési mélység nagyobb lesz, ugyanis 60-70 cm mélyen kell telepíteni az öntözőcsöveket, ezzel csökkenthetjük a fák kidőlésének esélyét (Almási, 1966). A kijuttatott tápoldatok hasznosulása magasabb, mint a felszíni változat esetében, ugyanis a víz nem szivárog át egy gyökérmentes rétegen, ahol az elemek egy része leköthető. A gyümölcsösökben általánosságban megfigyelhető az öntözött területek kiugró terméshozama. Akár 25-30%-kal megnövelhetjük intenzív kultúrákban a várható termésátlagot. Tehát megállapíthatjuk, hogy ami a kultúrnövénynek jó, az a termelőnek is egyaránt jó, növeli a piacon való versenyképességet, a gazdaságos üzemeltetését az üzemnek, továbbá profitmaximalizáló hatása van a beruházásnak.

Családunk valamennyi tagja gyümölcsstermesztéssel is foglalkozik, így személyesen is tapasztaljuk, hogy a versenyképesség megőrzéséhez elengedhetetlenek a folyamatos fejlesztések, a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás és a korszerű technológiák, a precíziós gazdálkodásra való fokozatos áttérés. Amíg 15-20 évvel ezelőtt bátran bele lehetett vágni egy ültetvény telepítésébe kiépített öntözőrendszer nélkül, ma már elképzelhetetlenné vált. A megfelelő tőszám biztosítása és a maximális területkihasználás érdekében kötelező az öntözhetőség megvalósítása.

Magyarországon mintegy 100 ezer hektár termőföldet öntöznek a gazdálkodók, ami a vízjogi engedéllyel rendelkező területek csupán 50%-a. Nagy István agrárminiszter 2019-ben célként tűzte ki, hogy az elkövetkezendő időszakban 400 ezer hektárra bővüljön az öntözhető területek összessége hazánkban. A gazdák beruházási szándékát egy jelenleg is nyitott pályázat segíti, a „VP2-4.1.4-16 A mezőgazdasági vízgazdálkodási ágazat fejlesztése” című felhívás.

A versenyképesség megteremtésének alapvető feltétele, hogy a magyar gazdálkodókat, üzemvezetőket és szakmunkásaikat képessé kell tenni arra, hogy élni tudjanak az előttük álló lehetőségekkel és ezzel magasabb szintre emelhessék gazdaságukat, hosszú távon javítsák az életminőségüket (Kis, 2014).



Felszín alatti öntözőrendszer telepítéséhez szükséges gazdaságossági számításainkat egy Bács-Kiskun megyében működő öntözési- és tótechnikai vállalat együttműködésével végezzük. Felhasznált mutatók: Nettó Jelenérték (NPV), Belső megtérülési ráta (IRR), Jövedelmezőségi index (PI), Diszkontált megtérülési idő (DPB), Pénzügyi fedezeti pont (TR).

Jelenleg önerőből történő finanszírozással végeztük el a pénzügyi előkalkulációinkat, hogy bebizonyosodjon azon befektetőknek is a beruházás fontossága és gazdaságossága, akik nem tudnak vagy nem kívánnak pályázati forrást bevonni a projekt megvalósításában. A jövőben EU pályázati forrás felhasználásával is, a "VP – A mezőgazdasági vízgazdálkodási ágazat fejlesztése" című, 50%-os intenzitású pályázati felhívással is számolni fogunk. A két scenáriót összehasonlítjuk és megállapítjuk, hogy melyik finanszírozási formával térül meg hamarabb a beruházásunk, melyik forgatókönyvet éri meg jobban megvalósítani. A tervezett beruházás várható pénzigénye bruttó 15 196 666 Ft. A befektetők által elvárt éves hozam: 6%.

## **2. Anyag és módszer**

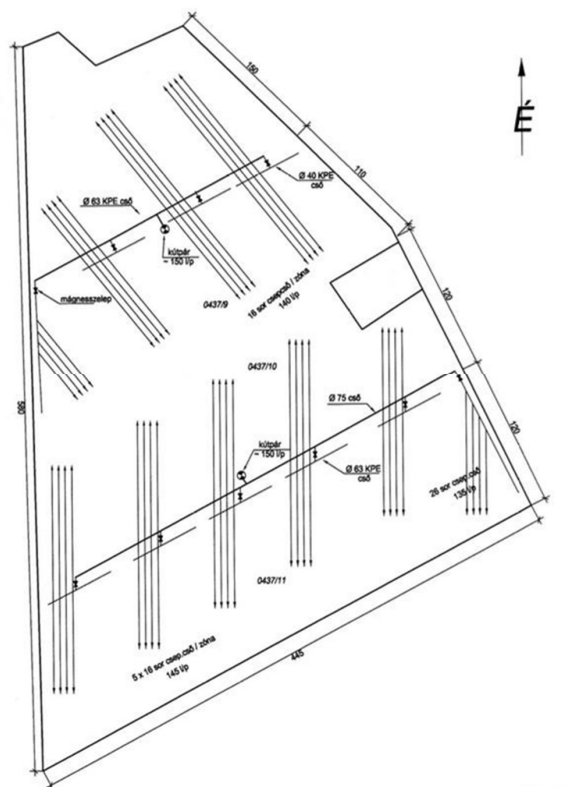
Gazdaságossági számításaink elvégzéséhez felkerestünk országosan több mintagazdaságot, akik a beruházási tervünkkel azonos tevékenységet folytatnak és technológiával dolgoznak, valamint néhány öntözéstechnikával foglalkozó céget Bács-Kiskun megyében 2020. július és augusztus hónapokban, amikor igazán meg tud mutatkozni a földalatti öntözőrendszereknek a hasznossága, a legnagyobb aszályos időszakokban. A tulajdonosokra anonim módon hivatkozunk kérésüknek eleget téve. Az előzetes elképzeléseinkhez a legjobban egy Kiskunhalas közelében lévő ültetvény öntözőrendszere illett. A 20 hektáros intenzív gyümölcsösben egy kútpár látja el a teljes területet vízzel és tápoldattal. Tíz öntözhető szektorra van osztva a parcella, amik egy időkapcsoló segítségével automatikusan óránként egymást váltva egyszerre egy szektort beöntözve végzik el a feladatot. A földfelszín alatti Rivulis D900 csepegtető szalagok kiváló szolgálatot tesznek a gazdának, ugyanis legalább másfélszer hatékonyabbak földfelszín feletti társaikhoz képest, továbbá képesek a növények tápanyagellátását biztosítani az öntözőszalagokba juttatva folyékony tápoldat formájában. A birtok tulajdonosával készített interjú alapján megtudtuk, hogy a legfontosabb öntözési időszakok tavasszal rügypattanáskor, valamint nyáron a betakarítás előtti hónapban vannak, amikor folyamatos öntözést igényel a kultúrnövény ahhoz, hogy megfelelő nagyságú termésmennyiséget tudjon produkálni, ezzel nem kimerítve a növény energiakészletét. Megfelelő öntözés és tápoldat kijuttatás mellett a terület körülbelül 30%-kal több termést produkált az elmúlt 5 év tapasztalatai alapján a korábban öntözés nélküli évekhez képest. A megtermelt gyümölcsöt külföldi és belföldi piacon is egyaránt értékesíti. Elmondása szerint hatalmas előnyt jelentett 4 évvel ezelőtt a külföldi üzemmel való szerződésmegkötésben a folyamatos termésbiztonságot nyújtó korszerű automatizált csepegtető öntözőrendszer megvalósítása. További kérdéseinkre az öntözéstechnikai vállalkozás adott maradéktalanul kielégítő válaszokat a gazdaságossági számításaink elkészítéséhez. Az alábbi beruházás

gazdaságossági kalkulációkat végeztük el munkánk során: a nettó jelenértéket (NPV), a diszkontált megtérülési időt (DPB), a belső megtérülési rátát (IRR), a megtérülési időt (PB), és a jövedelmezőségi indexet (PI) (Illés, 2009). A jövőbeli kutatásunk során vizsgálni fogjuk a beruházás kockázatait és egy összehasonlítást fogunk végezni a kétféle finanszírozás alapján: önerőből, illetve az EU pályázati forrás igénybevételevel. A támogatás intenzitása a dél-alföldi régióban 50%. A befektetők által elvárt éves hozam 6%.

### 3. Eredmények és értékelésük

A következő képen a tervezett gyümölcsfeldolgozó üzem tervrajza látható (1. ábra)

1. ábra: Az öntözőrendszer tervrajza



Forrás: Öntözéstechnikai vállalat által biztosított tervrajz

Az alábbi számításainkból jól kivehető, hogy önerőből megvalósítva milyen jövőbeli eredményeket várhatunk a beruházástól. Az 1. táblázat mutatja a cash flow számításunkat. Minden év végén a várható működési pénzáram 3 099 000 Ft.

1. táblázat: **Cash flow (működési pénzáram) számítás**

+ Árbevétel	36 600 000 Ft
- Folyó működési költségek	3 330 000 Ft
- Értécsökkenési leírás (É.CS.)	733 000 Ft
Adózás előtti eredmény (EBIT)	2 600 000 Ft
- Társasági adó (TA 9%)	240 000 Ft
Adózás utáni eredmény	2 366 000 Ft
+ Értécsökkenési leírás (É.CS.)	733 000 Ft
<b>Működési pénzáram (Cash flow)</b>	<b>3 099 000 Ft</b>

Forrás: Saját előkalkuláció eredményei, a szerzők szerkesztése

Gazdaságossági számításaink során kiszámoltuk a nettó jelenértéket (1), a belső megtérülési rátát (2), a jövedelmezőségi indexet (3) és a diszkontált megtérülési időt (4).

- Nettó jelenérték (NPV):

$$NPV = -C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} = 3\,251\,666 \text{ Ft} \quad (1)$$

- Belső megtérülési ráta (IRR):

$$-C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+IRR)^t} = 0$$

$$IRR = \frac{\text{Kezdő tőkebefektetés}}{\text{Éves nettó pénzáram}} = \frac{15\,196\,666 \text{ Ft}}{1\,038\,465 \text{ Ft}} = 14,63 \quad (2)$$

$$PVIFA(r\%, 50\text{év}) = 14,63$$

$$IRR=9\%$$

- Jövedelmezőségi index (PI):

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}{C_0} = \frac{18\,448\,332 \text{ Ft}}{15\,196\,666 \text{ Ft}} = 1,21 \quad (3)$$

- Diszkontált megtérülési idő (DPB):

$$DPB = \frac{\text{Kezdő tőkebefektetés}}{\text{Éves nettó pénzáram}} = \frac{15\,196\,666 \text{ Ft}}{1\,038\,465 \text{ Ft}} = 14,63 \quad (4)$$

$$PVIFA(6\%, t \text{ év}) = 14,63$$

$$DPB= 24 \text{ év}$$

A 2. táblázat összefoglalja a kapott eredményeket.

2. táblázat: A számítások során kapott eredmények összesítése

Meghatározás	Elvárt mutatók	Beruházás mutatói
Nettó jelenérték (NPV)	NPV>0	NPV= 3 251 666 Ft
Belső megtérülési ráta (IRR)	IRR>6%(r)	IRR=9%
Diszkontált megtérülési idő (DPB)	DPB<50 év(t)	DPB= 24 év
Jövedelmezőségi index (PI)	PI>1	PI= 1,21

Forrás: A szerzők szerkesztése, saját kalkulációs eredmények alapján.

Mivel a nettó jelenérték több, mint 3,2 millió Ft értéket mutatott, ami nagyobb, mint 0, ezért a beruházás várhatóan növelni fogja a vállalkozás értékét. A belső megtérülési ráta értéke 9%, ami nagyobb az elvárt hozamnál, tehát érdemes a projektet megvalósítani.

A diszkontált megtérülési idő értéke 24 év, tehát a beruházás 24 év alatt fog megtérülni. Ez az érték kisebb, mint a beruházás várható élettartama (50 év), így ez a mutató is alátámasztja, hogy a beruházás meg fog térülni a hasznos élettartamon belül (Illés, 2009).

Végül a jövedelmezőségi index értékét számítottuk ki, ami megmutatja, hogy minden befektetett 1 Ft után 1,21 Ft jövedelem várható.

#### 4. Záró gondolatok

Gazdaságossági mutatóink mindegyike pozitív értékkel bír a beruházás megvalósításához, ezért megállapíthatjuk, hogy érdemes megvalósítani a földfelszín alatti csepegtető öntözőrendszert.

Kalkulációink alapján összességében megállapíthatjuk, hogy a beruházást érdemes önerőből is megvalósítani pályázati forrás nélkül is, ugyanis hamar megtérül.

A jövőben kutatásunk során meg fogjuk vizsgálni az EU pályázati forrás bevonásával is a beruházás gazdaságosságát, majd összehasonlítjuk a kapott eredményeket a jelenlegi értékekkel.

Döntéseinket a már elvégzett és a jövőbeni előkalkulációink alapján fogjuk meghozni a beruházás megvalósításával kapcsolatosan. Hampel Györgyöt (2011) idézve: fontos, hogy jól megalapozott döntések szülessenek, legyenek azok a szervezet működésének bármely területén, akár a pénzügyekről, a termelésről és a termelési tényezőkről vagy akár a kereskedelemről van szó, mindig a szervezet érdekeit szolgálják.

## Köszönetnyilvánítás

A tanulmány az Emberi Erőforrások Minisztériuma UNKP-20-1 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának, továbbá az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő és a Nemzeti Tehetség Program NTP-HHTDK-20-0001 számú pályázat támogatásával készült.



## Irodalomjegyzék

- Almási T., Dobos A., Doromby L., Fekete A. (1966) *Esőszerű öntözés számokban*. Mezőgazdasági kiadó, Budapest.
- Balogh J., Gergely I. (1988): *A csepegtető öntözés alapelvei*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Balogh B., Balogh J., Hajdu L. (1964): *Öntözés kutakból*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Glenn M. (2009): *Globális felmelegedés*. Ventus Libro Kiadó, Budapest.
- Hampel Gy. (2011): Vezetői információk - felmérés a Dél-Alföld élelmiszeripari vezetőinek körében. In: Laczka; Szenteleki, K (szerk.): *Agrárinformatikai Tanulmányok II*. Magyar Agrárinformatikai Szövetség (MAGISZ), Debrecen, 34–61.
- Illés I. (2009): *Vállalkozások pénzügyi alapjai*. SALDO Pénzügyi Tanácsadó és Informatikai Zrt., Budapest.
- Kis K. (2014): Vidékgazdaság, kultúra, lokalizáció: eltérő válaszok és fejlődési differenciák. *Jelenkori társadalmi gazdasági folyamatok* 9 (1–2): 9–28.
- Tóth Á. (2000): *Az öntözés és tápoldatozás technikája*. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.



## AZ ÖKOLÓGIAI GAZDÁLKODÁS ÉS A FENNTARTHATÓSÁG

Panyor Ágota

**Absztrakt:** A fenntarthatóság megteremtésében az ökológiai gazdálkodás kiemelkedő szerepet tölt be. A fenntarthatóbb és környezetkímélőbb biotermelés teljesen más szemléletmódot és termesztéstechnológiát jelent a konvencionális termeléshez képest. A biogazdálkodás szigorú előírások betartását követeli, amely biztonságot nyújt a fogyasztók számára is, hiszen a termesztés a szintetikus műtrágyák és növényvédőszer helyett biológiai növényvédelmen alapul. Az elmúlt időszakban a fenntartható forrásból származó élelmiszerek fogyasztása egyre inkább előtérbe kerül. Kialakult és folyamatosan bővül az a tudatos vásárlói réteg, amely már környezetének megóvását éppúgy fontosnak tartja, mint egészségének megőrzését.

**Abstract:** Organic farming plays a key role in creating sustainability. More sustainable and environmentally friendly organic production represents a completely different approach and cultivation technology compared to conventional production. Organic farming requires strict standards, which also provides security for consumers, since cultivation is based on biological plant protection instead of synthetic fertilizers and pesticides. In recent times, the consumption of food from sustainable sources has come to the fore. The conscious customer base has developed and is constantly expanding, which already considers the protection of its environment as important as the preservation of its health.

*Kulcsszavak:* ökológiai gazdálkodás, fenntarthatóság, környezetvédelem, fenntartható mezőgazdaság

*Keywords:* organic farming, sustainability, protection of the environment, sustainable agriculture

### 1. Bevezetés

Az ökogazdálkodás a természetidegen anyagok felhasználása nélkül állítja elő termékeit. Olyan fenntartható, változatos, kiegyenlített, környezetmegóvó – egyúttal jövedelmező – rendszerek létrehozására törekszik, amelyek értékes, egészséges táplálékot állítanak elő. Az ökológiai termékek esetében sokkal nagyobbak a fogyasztók elvárásai a minőséggel és a termék tisztaságával, vegyszermentességével kapcsolatban. Hiszen a bioélelmiszerek a fogyasztók számára valamilyen táplálkozási előnyt jelentenek, melyben kiemelkedő szerepe van a természetes eredetnek, az élvezeti értéknek és a fenntartható gazdálkodásból származó termelési módnak (Panyor, 2005; 2010). Az ökológiai gazdálkodás során, hasonlóan az ökoturizmushoz, egyszerre van jelen az ökológiai szemlélet, azaz a természeti erőforrások és értékek megőrzésének, fenntartásának fontossága, valamint a gazdasági megfontolások, amelyek szükségessé teszik az erőforrások okszerű, a fenntarthatóság elveivel szinkronban levő hasznosítását (Kis–Tóth, 2016).

Jelen tanulmány az ökológiai gazdálkodás szerepére mutat rá a fenntartható élelmiszertermelés és a környezetvédelem szempontjait is figyelembe véve. Fontos a fenntartható élelmezési rendszerek ösztönzése és a környezetkímélőbb gazdálkodási gyakorlatok minél szélesebb körű elterjesztése.

## 2. Az ökológiai gazdálkodás alapelvei

A biogazdálkodás minden alapelve megfelel a fenntarthatósági kritériumoknak, így a helyi erőforrások felhasználását, a talajok fenntarthatóságát, a magas tápértékű élelmiszerek előállítását, a vidéki környezet és a nem mezőgazdasági élőhelyek megőrzését szolgálja.

### ***Zárt gazdálkodási rendszer kialakítása, amely helyi erőforrásokat használ***

Cél a befektetett energia és anyag, tehát az inputok és a veszteségek lecsökkentése, nemcsak a gazdaság, de a régió szintjén is. Ezen elvek úgy valósíthatók meg, ha olyan növényeket telepítünk, amelyek megkötik a nitrogént, ezáltal fokozni tudjuk a biológiai nitrogénmegkötést. Továbbá azáltal csökkenthető a külső források használata, ha saját magunknak állítjuk elő a takarmányt az állatok számára.

### ***A talajok hosszú távú termékenységének fenntartása***

Azáltal növelhető a talaj termelékenység hosszú távon, ha az egyszerű vagy összetett, könnyen oldódó műtrágyák használata nélkül tervezzük a tápanyag utánpótlást. Az ökológiai gazdálkodásban fontos szempont, hogy ne tegyünk kárt a talajban lakó élőlényekben, sőt inkább próbáljuk meg növelni azok aktivitását, hiszen szerves részét képezik a talaj ökoszisztémájának.

### ***A mezőgazdaság tevékenységéhez kötődő szennyezések minimalizálása***

A mezőgazdasági tevékenységek következtében két számottevő szennyezésről beszélhetünk, az egyik a tápanyagkimosódás a másik probléma a talajban maradt növényvédőszer maradványok. A tápanyagkimosódást, eróziót azáltal lehet fékezni, hogy olyan növényeket ültetünk, amelyek egész évben takarják a talajt, vagy a vetésforgó megválasztásával is csökkenthető a kimosódás. A természetes eredetű növényvédőszerek használatával és a szintetikus hatóanyagú vegyszerek elkerülésével csökkenthető a szermaradványok mennyisége. Ezen kívül a vegyszerhasználat csökkenthető az ellenálló fajták használatával, illetve a biológiai növényvédelemmel, mely során a kártevők, kórokozók ellen azok természetes ellenségeit használják.

### ***Elegendő mennyiségű magas tápértékű élelmiszer előállítása***

Az emberek vásárlási szokásai megváltoznak, tudatosabbá válnak, ennek következtében egyre fontosabb tényezővé válik a növény tápérték tartalma (vitaminok, aminosavak, rostok). Ezen összetevők növelése hozzájárul a magas tápérték kialakulásához, ezen kívül pedig a termesztés során használat káros hatóanyagok mérséklésével, esetleg kizárásával fokozható a növény minősége.

### ***A fosszilis energia használatának minimalizálása az egész gazdálkodási rendszerben***

Ezen elv azáltal valósul meg, hogy a gazdaság működésének során megújuló erőforrások használatával, mint a nap, szél, vízenergia, érhető el a fosszilis energiák használatának minimalizálása. Illetve szintén csökkenthető az energiafelhasználás amennyiben az előállított terményeket a lehető legrovidebb úton értékesítjük, tehát helyben adjuk el, vagy közvetlen a végfelhasználók számára történik az értékesítés. Itt is megjelenik a szintetikus műtrágyák, növényvédő szerek használatának csökkentése, mely hozzájárul az alapelv megvalósulásához.



### ***A gazdaságban tartott állatok fiziológiai és etológiai igényeinek kielégítése***

Elsősorban a gazdaságban tartott állatok számát kell meghatároznunk, amit a helyi körülmények határoznak meg, vagyis mekkora a rendelkezésre álló terület eltartóképesége. Ez a tényező, az állatok saját előállítású takarmányok használatával történő etetése szempontjából fontos. Ökológiai szempontból lényeges, hogy az állatoknak biztosítani kell a fajukra jellemző elegendő mozgási teret. Jelentős elv az is, hogy betegség esetén az állat számára legkevésbé káros eljárást kell alkalmazni, a hangsúly inkább a megelőzésen van, amely a megfelelő takarmányozással, tartással, a higiénia biztosításával lehetséges.

### ***A mezőgazdasági termelők és családjuk számára jó megélhetést kell biztosítani***

A környezet megőrzésén túl épp oly lényeges, hogy a mezőgazdaságból élő emberek számára biztosított legyen a megélhetés, a jólét. Hiszen, ha nincs, aki dolgozzon a földeken nem is valósulhat meg az ökológiai szemlélet. Létfontosságú az emberek vidéken tartása, amely a megfelelő életkörülmények és a jó munkalehetőség biztosításával érhető el.

### ***A vidéki környezet és nem mezőgazdasági élőhelyek megőrzése***

A vidéki környezet megőrzését az ökológiai gazdálkodás alapvető céljának tekintik, ezt segíti elő az erdősítés, fásítás, tavak létesítése. A vadon termő növények és az állatvilág megóvása kulcsfontosságú feladat. (Seléndy–Solti, 2005)

## **3. Ökológiai gazdálkodás hazánkban**

Magyarországon két hivatalos ellenőrző-tanúsító szervezet végzi az ökogazdálkodás ellenőrzését, a Biokontroll Kft. és a Hungária Öko Garancia Kft. A hazai bioterületek nagyságát illetően stagnálás jellemezte a 2005-2008 közötti időszakot, jellemzően 120 ezer hektár körül mozgott. A 2007-2013 programozási időszakra vonatkozó ÚMVP forrásaihoz kötődően várt „bio boom” elmaradt. 2014-től megnövelt forráskeret állt rendelkezésre, a Nemzeti Akcióterv Cselekvési Programja, illetve a Széchenyi 2020 programok számos pályázati konstrukcióval támogatják a meglévő vagy átállás alatt lévő gazdaságokat. 2015-től kezdődően a Vidékfejlesztési Program keretében nyílt lehetőség az ökológiai gazdálkodás támogatására. Ennek keretében, többek között megnövekedett a forrásösszeg, a korábbi 19 milliárd forintról 64,4 milliárd forintra. Ezen kívül az előírások egyszerűsítésre kerültek, csak azon feltételeknek kell megfelelni, amelyek az ökológiai gazdálkodásra vonatkoznak. Ennek eredményeként, jelentős (44%-os) területi növekedés jellemezte 2015-ről 2016-ra a bioterületek nagyságrendjét. 2019-ben a Vidékfejlesztési Program keretében 12 milliárd forint értékű támogatás állt rendelkezésre, azon gazdáknak, akik szeretnék földterületüket ökológiai művelés alá vonni. A finanszírozás 5 éves periódusra szól, földterület nagysága alapján kapják, és vissza nem térítendő. 2018-ban összesen 209 382 hektár ökológiai művelésű területet tartottak nyilván, 2019-re jelentős mértékű volt a növekedés, 303 000 hektárra emelkedett.

Az ökológiai vállalkozások száma 2005-től csökkent egészen 2008-ig (1551-ről 1429-re). Majd az ezt követő években kismértékű emelkedés jellemezte a vállalkozások számát. Jelentős emelkedés 2016-ra következett be, ekkor az

ökövállalkozások száma 3414-re növekedett, 2019-re pedig számuk meghaladta az 5600 vállalkozást.

#### 4. Fenntartható fejlődés

Az ENSZ Közgyűlése 1984-ben létrehozott egy olyan független szakértőkből álló bizottságot (World Commission on Environment and Development), amelynek feladata a következő 30 évre meghatározni a stratégiát, a környezetpolitika és a gazdaságpolitika interakciójában. A Környezet és Fejlődés Világbizottság elkészítette a Közös jövőnk – Our Common Future – kiadványt. Megfogalmazásra került a fenntartható fejlődés szükségességének erősítése, melyet a bizottság a következőképpen definiált: "A fenntartható fejlődés olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen generációk szükségleteit anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő generációk hasonló igényeinek kielégítését." Továbbá kijelentésre került, hogy a fejlődés három alappilléren nyugszik, mely a szociális, a gazdasági és a környezeti pilléreket foglalja magában. Ettől kezdve ezen pilléreket együttesen kell kezelni, kölcsönhatásaikat figyelembe kell venni. ([www.fenntarthatosag.blog.hu](http://www.fenntarthatosag.blog.hu))

Majd 2015-ben elfogadásra került az ENSZ 2030-ig tartó időszakra vonatkozó fenntartható fejlesztési menetrendje, amely megadja a fenntartható fejlesztés globális kereteit, és 17 fenntartható fejlesztési célt határozott meg. Az ENSZ tagországai arra vállaltak kötelezettséget, hogy 2030-ra mindenhol megszüntetik a szegénységet, megkísérlik felzárkóztatni a szegényebb régiókat. Konkrét célok kerültek meghatározásra, az alábbi elvekre összpontosítva: az emberi méltóság, a stabilitás regionális szinten és világviszonylatban, valamint a bolygónk egészsége.

2016. novemberében az Európai Bizottság körvonalazta, hogy milyen stratégiai megközelítést fog alkalmazni a fenntartható fejlesztési menetrend és a fenntartható fejlesztési célok megvalósítása tekintetében:

- a fenntartható fejlesztési célok horizontális érvényesítése, a fenntartható fejlődés szempontjainak, mint alapvető fontosságú irányelveknek az érvényre juttatása az összes uniós szakpolitikában és kezdeményezésben,
- 2017-től kezdődően rendszeres jelentéstétel a menetrend végrehajtásáról,
- a menetrend végrehajtásának előmozdítása az uniós kormányok, az Európai Parlament és más uniós intézmények, a nemzetközi szervezetek, a civil társadalmi szervezetek, a polgárok és más érdekeltk körében,
- több érdekelt felet tömörítő, magas szintű platform felállítása a végrehajtás során bevált gyakorlati megoldások tagállami és uniós szintű, ágazatközi megosztása érdekében,
- a 2020 utáni időszakra szóló, hosszabb távú jövőkép kialakítása.

A világméretű eredmények elérése érdekében jövőbeli cél, hogy továbbra is bevonjanak külső partnereket a stratégia kialakításához, és támogassák a harmadik országok fenntarthatóság vonatkozásában tett erőfeszítéseiket. ([www.ec.europa.eu/info/strategy](http://www.ec.europa.eu/info/strategy))

A fenntartható fejlődés keretében a gazdasági eredmények úgy növelhetők, hogy kímélik a természeti erőforrásokat és nem, vagy helyrehozható mértékben szennyezik a környezetet. Fontosabb jellemzői: víztakarékos, energiatakarékos,

ráfordítás-takarékos, minőségi termékkibocsátás, környezettel harmonizált szakértelem. (Jolánkai, 2017)

## 5. Az ökológiai gazdálkodás és a fenntartható mezőgazdaság kapcsolata

Az ökológiai gazdálkodás jelentős fenntarthatósági előnyökkel jár, ideértve a jobb talajminőséget, a fokozott biodiverzitást, a csökkent szennyeződést, de sok esetben alacsonyabb hozamokat eredményeznek. A hagyományos mezőgazdasági gyakorlat folytatása rendkívül produktív lehet, de jelentős negatív externáliákkal jár, beleértve a biodiverzitás csökkenését, a talaj erózióját, a szennyeződések növekedését, az emberi egészség romlását és a gazdaságok alacsonyabb jövedelmét.

Magyarország olyan gazdaságilag hasznosítható értékekkel, erősségekkel rendelkezik, amelyek előnyösen biztosíthatják a fenntartható fejlődés feltételeit a mezőgazdaságban. Ugyanakkor számos problémával szembesülünk:

- Az ökológiai gazdaságok termelési szerkezete aránytalan, akárcsak a konvencionális mezőgazdaságban itt is a növénytermesztés dominál.
- A világon jellemző tendenciával szinkronban a bevont területek többsége hazánkban is a rét, legelő.
- A szántóföldi növénytermesztésben a gabonafélék meghatározóak (21%), mivel termesztéstechnológiájuk hasonló és az átálláshoz nem kell külön géppark.
- A zöldség – gyümölcs ültetvények területi aránya csak néhány százalékot tesz ki. Ökológia termesztésük kockázatosabb a magas élőlétszám-igény és a különleges növényvédelmi, termesztéstechnológiai igény miatt.
- Kevés termék kerül feldolgozásra, ez a termékszerkezetre is kihat, továbbá alacsony hozzáadott értékkel rendelkező termékeket állítanak elő. A feldolgozott termékek között a zöldség, gyümölcs alapanyagúak (lekvárok, szörpök stb.) vannak túlsúlyban.
- Az előállított és minősített termékek 80-85%-a zömmel feldolgozatlanul, nyersanyag formájában kerülnek külföldre.
- A biogazdálkodást szolgáló infrastruktúrából hiányoznak a termelést kiszolgáló integrációk (TÉSZ, feldolgozó kooperáció), a termelő gazdaságok közötti együttműködés nem megfelelő, többségük jelentős tőke- és infrastruktúra hiánnyal küzd, hiányzik a termékpálya szervezés.

Rendkívül fontos kötelezettségként került megfogalmazásra, hogy az Európai Zöld Megállapodás célkitűzése szerint 2030-ig a tagállamoknak – Európai Unió átlagban – el kell érni a mezőgazdasági területeken belül a 25%-os ökológiai gazdálkodási területarányt. Minden tagállamnak saját hatáskörben el kell készítenie a maga számára elérhető, de ambiciózus célértéket megfogalmazó úgynevezett Ökogazdálkodási Cselekvési Tervet. Hazánk számára a területi növekedés mellett célzott termékpálya fejlesztésekre, valamint az ökotermékek hazai fogyasztói bázisának növelésére van szükség, hogy a jelenleg meghatározó nyerstermék-export irányából el lehessen mozdulni a nagyobb hozzáadott értékű, hazai piacra szánt ökotermékek felé.

## Irodalomjegyzék

- Jolánkai P. (2017): Fenntartható mezőgazdasági fejlődés (slideplayer.hu/slide 11305552)
- Panyor Á. (2005): A hazai ökoméz piaci lehetőségei. *Gazdálkodás*, 49 (3): 65–71.
- Panyor Á. (2010): Az organikus édesipari termékek fogyasztási szokásainak elemzése. *Élelmiszer, táplálkozás és marketing*, 7 (1): 21–25.
- Seléndy Sz., Solti G. (2005): *Ökogazdák kézikönyve*. Szaktudás Kiadóház, Budapest.
- Kis K., Tóth A. (2016): Az ökoturizmus helyi rendszerének vizsgálata Poroszlón, különös tekintettel a Tisza-tavi Ökocentrum helyi gazdaságfejlesztési szerepének értékelésére. *Észak-magyarországi Stratégiai Füzetek*, 13 (1): 73–91.
- [https://fenntarthatosag.blog.hu/2010/11/21/a\\_fenntarthato\\_fejlodes\\_eddigi\\_tortenete](https://fenntarthatosag.blog.hu/2010/11/21/a_fenntarthato_fejlodes_eddigi_tortenete)
- [https://ec.europa.eu/info/strategy/international-strategies/sustainable-development-goals/eu-approach-sustainable-development\\_hu](https://ec.europa.eu/info/strategy/international-strategies/sustainable-development-goals/eu-approach-sustainable-development_hu).

## A KELET-AFRIKAI KISGAZDASÁGOK FENNTARTHATÓSÁGÁNAK JAVÍTÁSA ÉS AZ ÉLELMISZER-TERMELÉS JÖVŐBELI LEHETŐSÉGEINEK KIDOLGOZÁSA

Gyalai-Korpos Miklós – Bucin Félix – Timothy Mwai –  
Somosné Nagy Adrienn

**Absztrakt:** Jelen cikkben áttekintjük a kelet-afrikai kisgazdaságok, mint a helyi mezőgazdaság fő mozgatóerejének helyzetét és az előttük álló kihívásokat. A szektor igen sérülékeny a klímaváltozás kihívásaival szemben, miközben a demográfiai változások miatt egyre több és jó minőségű élelmiszer szükséges előállítani. Ebben a helyzetben, a régióban eddig kevésbé elterjedt kontrollált körülmények között folytatott gombatermesztés jelenthet kiugrási és alkalmazkodási lehetőséget is. A gomba iránti igény gyorsan növekszik, amivel a termelés és a termelési módszerek nem tudnak lépést tartani. A szektor alkalmazkodási képességének, jövedelmezőségének és fenntarthatóságának javítása érdekében a szerzők egy itthon ipari léptékben működő gombatermesztési koncepciót ültettek át és valósítottak meg demonstrációs léptékben Kenyában. A biogáz termeléssel kombinált koncepció iránt a helyi kisgazdálkodók a szerzők kérdőíves felmérése szerint, annak főleg integrált – egyben élelmiszertermelő, hulladékkezelő és energiatermelő – jellege miatt jelentős érdeklődést mutatnak.

**Abstract:** In this article, we review the situation of small farms in East Africa as the main engines of agriculture there and the challenges they face. The sector is highly vulnerable to the challenges of climate change, while due to demographic change they need to produce more and better food. In this situation, the cultivation of mushrooms under controlled conditions, which is less common in the region so far, can also be an opportunity to move forward and adapt. The demand for mushrooms is growing rapidly, and production and production methods cannot keep up that pace. In order to improve the adaptability, profitability and sustainability of the sector, the authors transposed and implemented a mushroom growing concept that already works in Hungary in industrial scale in demonstration scale in Kenya. According to the authors' questionnaire survey, local small farmers show a significant interest towards the concept that is combined with biogas production, mainly due to its integrated nature, i.e. applicable for food production, waste management and energy production at the same time.

**Kulcsszavak:** Afrika, gomba, fenntarthatóság, élelmiszertermelés, energiatermelés, biogáz

**Keywords:** Africa, mushroom, sustainability, food production, energy production, biogas

### 1. Bevezetés

Kelet-Afrika ma a világ egyik legfontosabb és leginkább fejlődő mezőgazdasági piaca. A szektorban ugyanakkor a kis- és középvállalkozások dominálnak, a 8,6 millió farmer 81%-a 1,2 hektárnál kisebb területen gazdálkodik (Akuku et al., 2019). Mindezek mellett a mezőgazdaság Kenya legjelentősebb gazdasági ágazata, közvetlenül a GDP negyedét adja, míg a mezőgazdasági szolgáltatásokkal együtt már több mint a felét (FAO, 2020). A szektor foglalkoztatja a kenyai népesség 40%-át, a vidéki népesség 70%-át (FAO, 2020). A mezőgazdasági szereplők aktivitása mind minőségi, mind mennyiségi szempontból 2013 óta csaknem megduplázódott, a mezőgazdasági termékek köre az elmúlt 6 évben több mint megháromszorozódott. Annak ellenére, hogy az afrikai gazdálkodók nagyon konzervatívak, és csak kis

léptékben, szűk termékspektrummal termelnek, a kenyai piac gyorsan változik. A gazdák új lehetőségeket keresnek, így az új termékekre, mint például a gombára és az innovatív mezőgazdasági technikákra nyitottságot mutatnak. A piac másik kihívása azonban, hogy a vásárlók, például a hotelek és szupermarketláncok, konstans és jó minőségű terméket igényelnek nagy mennyiségben és rendszeres szállítással, amelynek a helyi kistermelők jelenleg még nem tudnak megfelelni.

A szektornak azonban számos környezeti kihívással is szembe kell néznie (Kogo et al., 2020). Az alkalmazott elmaradott művelési technikák és az alacsony gépesítettség miatt az afrikai kisüzemi gazdaságok rendkívül sérülékenyek az éghajlatváltozás és a talajvesztés hatásaira nézve (Bryan et al., 2013). Ezt a hatást erősíti a környezeti elemekkel való nem fenntartható és felelősségteljes gazdálkodás, amit ugyanakkor a külföldi tőke beáramlása és beruházások is erősítenek. A mezőgazdasági szempontból a két legfontosabb környezeti tényező a víz és a talaj, illetve az ezekkel való gazdálkodás. A kenyai vízkészletek a mezőgazdasági és más használat következtében sérülékenyek. A szennyvíz- és trágyakezelés hiánya miatt a vizekbe kerülő nitrogén és szervesanyag (nem említve az olyan esetlegesen vízbe kerülő vegyi anyagokat, mint az antibiotikumok és növényvédőszer maradványok) komolyan veszélyezteti vízminőséget, és így az emberek és az állatok egészségét is. A tiszta víz és egyben a talaj helyben tartása érdekében is elengedhetetlen az erdőállomány. Az erdők a víz körforgás biztosítékai, mivel fokozatos elpárologtatással biztosítják a levegő nedvességtartalmának állandó szintjét, elősegítve a felhő kialakulását, így fenntartva a víz körforgását.

Ennek ellenére az erdőirtás jelentős kérdés az országban. Noha az erdőállomány kiterjedése az utóbbi 10 évben növekedést mutat, még mindig csak az ország területének kevesebb, mint 10%-át borítják erdők (World Bank, 2016). Az erdők elvesztése a biodiverzitás csökkenése mellett súlyosbítja az eróziót, talajvesztéseket és az áradásokat.

A kenyai mezőgazdaság fejlődésében akadályt jelent az energetikai infrastruktúra hiánya is. A megbízható és megfizethető energiához való hozzáférés ugyanis napjainkban egy ország társadalmi-gazdasági fejlődésének egyik kiemelkedő mozgatórugója. Afrika Szaharától délre fekvő részén ugyanakkor mintegy 600 millió ember számára nem elérhető a villamosenergia szolgáltatás, míg 900 millió ember nem tud tiszta technológiákkal főzni (IEA, 2019). Ezek a hatékony mezőgazdasági termelést is hátráltatják.

Ebbe a környezetbe illeszkedően dolgoztunk ki hazai gyakorlat alapján egy kisléptékű fenntartható kombinált gombatermesztő és biogáztermelő rendszert. Mielőtt a technikai részleteket ismertetjük érdemes megnézni az afrikai kultúra és piac hozzáállását a gombához, mint élelmiszerhez.

## **2. Gombatermesztés helyzete Afrikában**

A gomba általában jól ismert és hagyományos csemege az afrikai kultúrák körében, azonban vannak olyan közösségek is, amelyek nem tekintettek táplálékként a gombára. Ennek ellenére csak korlátozott mennyiségű információ áll rendelkezésre a gombatermesztés helyzetéről, mivel általában a gombát kis mennyiségben termelik

a helyi piacok számára. Kenyában a gombafogyasztás főleg a helyi, erdők közelében élő gyűjtögető közösségekre jellemző, akik a helyi erdei gombákat fogyasztják (ez főleg Kakamega és Kisumu megyékre jellemző, valamint az Uganda és Kenya határán fekvő Elgon hegy és a tengerparthoz közeli Arabuko Sokoke erdeire). Az ország többi részén a kereskedelembe kapható gomba ritka és drága, így a népesség nagy része számára nem elérhető, és különleges ünnepi csemegének számít. Ehhez az is hozzájárul, hogy a kenyai éves 500 tonnás gombatermeléssel szemben körülbelül 1200 tonnás igény jelenik meg (Xinhua, 2019).

Piacutatásunk alapján kevés az ipari, termelési volumen szempontjából is releváns gombatermesztő vállalkozás Afrikában. Ebből a szempontból a ruandai Kigali Farmot és a ghánai, EU-s támogatásban is részesülő PRO-MUSH projektet lehet kiemelni. Sok ötlet van ugyanakkor a gombatermesztés szélesebb körben való elterjesztésére. Ezek nagy részében azonban a gombatermesztés a kistermelők által alkotott közösségi (szövetkezeti) rendszerben jelenik meg, a kistermelők (főleg nők) összefogására és gazdasági erejük növelésére szolgáló eszközök egyikeként.

Ugyanakkor a gomba iránti kereslet növekszik, ami fontos hajtóerő volt számunkra a piacralépés megvalósíthatóságának vizsgálatában is. Jelenleg a tradicionális gombatermesztés nem tud lépést tartani a növekvő, mind minőség-, mind mennyiségbeli igényekkel. A Market Data Forecast becslése szerint Afrika ehető gombapiacának az értéke a 2019-os 3,67 milliárd dollárról 2025-re 5,61 milliárd dollárra nő (Market Data Forecast, 2020).

A növekvő igények egyik oka a végbe menő demográfia robbanás és a társadalmi rétegek átrendeződése. Létrejött egy feltörekvő és fiatal középosztály, amely a fejlett világ mintájára, minőségi élelmiszerre és éttermekre vágyik, amit meg is engedhet magának. A 2019-es adatok szerint Kenya népessége meghaladta az 50 millió főt, míg 1965-ben, röviddel a függetlenség elnyerése után mindössze 9,5 millió volt. A népesség 39%-a 14 év alatti, míg a 65 év felettiek aránya elenyésző (United Nations, 2019). Megjegyzendő, hogy a 14 év alattiak aránya csökkenő trendet mutat, maximuma az 1980-as években volt, amikor is a népesség fele ebbe a korosztályba tartozott.

A növekvő igények miatt a helyi termelők számára a gombatermesztés kezd vonzó karrier lehetőséggé válni, ami még akár városi környezetben is megvalósítható lehet, mivel nem igényel termőföldet. Általánosságban ugyanakkor megfigyelhető, hogy a mezőgazdaság nem jelenik meg életpálya lehetőséggént a népesség jelentős hányadát adó fiatalok számára, így az továbbra is főleg a vidéki, idősebb társadalmi rétegek számára biztosít megélhetést.

A társadalmi, a mezőgazdaságra is kiható változások másik mozgatórugója a digitalizáció. Kenya előkelő helyen áll a mobil szolgáltatások nyújtotta lehetőségek kihasználásában. A népesség 90%-a rendelkezik mobiltelefonnal (Akuku et al., 2019), amelyhez kapcsolódó szolgáltatások (kártya vásárlás és feltöltés) gyakorlatilag bárhol elérhetőek. Emiatt az úgynevezett „digital farming” koncepciója és a digitális technika bevonása a termelésbe esetlegesen vonzó alternatívát jelenthet a fiatalabb generációnak is. A gombatermesztés annak egyedisége miatt (nem klasszikus szántóföldi tevékenység), trendi jellege és a

digitalizálásban lévő lehetőségek miatt akár a városi fiatalabb rétegek számára is potenciális karriert jelenthet.

Táplálkozástani szempontból nézve a gombás ételek étrendbe illesztése hozzá tudna járulni az afrikai népesség kiegyensúlyozott táplálkozáshoz. A világ népességének 30%-a fehérje hiányosan táplálkozik, amelynek egyik forrása az állati eredetű hús, amely előállításra termőföld és vízigényes, valamint nem fenntartható. Magas fehérje tartalma miatt a gomba akár még a húst is helyettesítheti az étrendben, emellett gazdag rostokban, ásványi anyagokban és vitaminokban, alacsony nyers zsírtartalommal rendelkezik, és a teljes zsírsavtartalomhoz viszonyítva magas a többszörösen telítetlen zsírsavak aránya (Rathore et al., 2017). Ezek a tulajdonságok hozzájárulnak a gombák „egészséges” ételként való elismeréséhez. Ezek alapján a gomba jól ki tudja egészíteni a tradicionális, főleg gabona (kukorica, köles, cirok) és hüvelyesek (bab) alapú kenyai étrendet, amelyből különféle kásaszerű ételeket készítenek.

### 3. Egy fenntartható, körforgásos gombatermesztési koncepció kenyai megvalósítása

A laskagomba előállítása, annak termesztéstechnológiai megoldásai miatt, választ nyújthat a kenyai mezőgazdaság kihívásaira, valamint növelheti élelmezésbiztonságot és pozitív hatással lehet a túlzott földhasználatra. Ennek elsődleges oka, hogy a laskagomba (*Pleurotus spp.*) szaprofita, azaz elhalt, korhadó növényi anyagok enzimes bontásával nyeri a számára szükséges tápanyagokat. Ipari termesztési körülmények között ez azt jelenti, hogy különféle mezőgazdasági melléktermékeket használnak fel, itthon főleg búzaszalmát, mint gombatermesztő közeget.

A nyersanyagok többnyire alacsony értékű mezőgazdasági melléktermékek, amelyek felhasználása laskagomba termesztés esetén általános gyakorlat. A termesztés kontrollált körülmények között, a hőmérséklet és páratartalom megfelelő értékeken való tartásával valósul meg. Kenyában sokféle, lokálisan előforduló nyersanyagot is vizsgáltunk, mint például a banán levelet, kukoricaszárat, rizsszalmát és egy helyben előforduló, takarmányozásra és energia előállításra is használt fűfélé, a Nappier fű (*Cenchrus purpureus* vagy *Pennisetum purpureum*) szalmáját. Ugyanis a kenyai Keyrio Farmon hoztunk létre egy demonstrációs léptékű gombatermesztő sátrat, helyben elérhető építési anyagokat és egyszerű, de robosztus technológiai megoldásokat alkalmazva.

A Keyrio Farm egy több mint tíz évvel ezelőtt alapított, vegyes mezőgazdálkodási tevékenységre szakosodott vállalkozás, amely aktív a sertés, húsmarha és baromfi tenyésztésben, valamint gyümölcs és zöldség termesztésben is. A farm Nairobától egy órára található, aszfaltozott úton könnyen megközelíthető. A mérete 100 hektár (jelentős részben legelő) és saját vízforrással és villamosenergia ellátással rendelkezik.

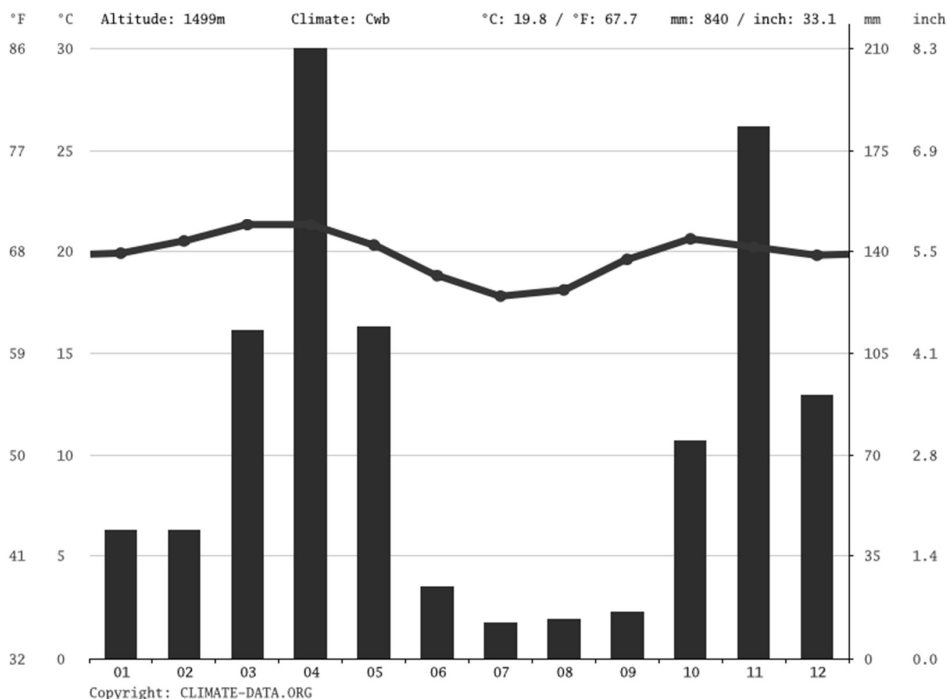
A gazdaság sertéseket szállít Kelet-Afrika legnagyobb serteshús-feldolgozó cégének, valamint húsmarhákat főleg helyi henteseknek. A gyümölcsöket és zöldségeket nagy nairobi zöldség felvásárló cégeknek értékesíti. A gazdaság ideális



a gombatermesztéshez, mivel a fő piacokhoz közel helyezkedik el, valamint hozzáférhetőek a gombatermesztéshez szükséges nyersanyagok.

A főváros, mint fő felvevő piac közelsége mellett, a klimatikus viszonyok is rendkívül kedvezőek a gombatermesztés energiamérlege szempontjából. Egyenlítői fekvése miatt egész évben állandó a hőmérséklet és az állandó 12 órás nappalok és éjszakák miatt alacsony a napi hőingadozás. Ezáltal mind a napon, mind az éven belüli hűtési energiaigény jóval alacsonyabb, mint a kontinentális éghajlaton. A farm fekvése is kedvező. Egy fennsíkon helyezkedik el, így az átlag hőmérséklet nem túl magas és a páratartalom is alacsony. A legközelebbi város, Thika, hőmérséklet adatait a lenti grafikonok mutatják (Lásd: 1. ábra). Március és április a legmelegebb (21,3 °C), míg a július a leghűvösebb (17,8 °C). Azonban a két szélsőértékkel rendelkező hónap átlag értékei között is mindösszesen 3,5 °C a különbség. A csapadék eloszlása nem ilyen kiegyensúlyozott, a két csapadékos évszak március és május, illetve október és december között van, azokon kívül kevés a csapadék. Ugyanakkor a gombatermesztés klímaváltozásnak való kitettsége, mivel kontrollált környezetben történik a termesztés, jóval kisebb, mint a hagyományos, szabadtéri gazdálkodásé.

**1. ábra: Thika város éves hőmérséklet (piros vonal) és csapadék profilja (kék oszlopok)**



Forrás: <https://en.climate-data.org/africa/kenya/kiambu/thika-5812/>

Noha a gombatermesztés nem igényel termőföldet, nem önmagában ettől válik fenntarthatóvá, sőt így még csak egy újabb hulladék problémát teremtünk. Egy kilogramm friss gomba után ugyanis 5 kg letermett szubsztrát marad vissza (Grimm-Wösten, 2018). A letermett szubsztrát, ami a kiindulási nyersanyagból marad vissza a gomba leszedése után, a gomba működésének eredményeként előemésztett rostokat és gombafonalakat tartalmazó biomassza. Amennyiben a gombatermesztést nem egy komplex, körforgásos gazdasági koncepcióban valósítják meg, akkor az hulladékproblémát és magas működési költségeket okoz az energiaárak és a hulladékkezelési díjak miatt. Ennek a szerves hulladéknak a mennyisége azonban megfelelő tervezéssel, jó piaci ismeretekkel, technikai és logisztikai szempontok figyelembevételével, valamint a helyi jogi környezet megértésével környezeti és üzleti előnnyé alakítható, mint ahogy ezt már a kecskeméti telepen ipari léptékben megvalósítottuk.

Ezt a koncepciót vittük át a kenyai környezetbe is, természetesen kisebb léptékben. A letermelt szubsztrátot olyan kisméretű (pár köbméteres) biogáz üzemben kezeltük, ami elérhető az afrikai kereskedelembe. Ez a biogáz üzemméret Európában, az energetikai infrastruktúra kiépültsége miatt nem releváns, azonban Afrikában egyre inkább népszerűvé válik ez a megoldás a főzéshez és a világításhoz.

Így a koncepciónk a biogáz termeléssel hozzájárul a helyi energiaellátáshoz is. Továbbá a fenntartható fejlődés keretein belül széles körű társadalmi-gazdasági előnyöket jelent, ideértve az energiaforrások diverzifikálását, a vidékfejlesztési lehetőségeket, valamint a munkahelyteremtést is. Áttételesen a biogáz termelésével az erdőirtás is csökkenthető, ugyanis a szerves hulladék alapú biogáz ki tudja váltani a tűzifa használatát, a biomassza több lépcsős, kaszkád szemléletű hasznosításával. A kierjesztett biomassza pedig alkalmas talaj tápanyag visszatáplálásra, zárva így a körforgást és helyettesítve a műtrágyázást.

Ezt a megoldást gomba-biogáz komplex agrárrendszernek neveztük el, amely Magyarországon már ipari léptékben működik. Itthon ugyan nem energia- és élelmiszerbiztonsági, illetve szociális szempontok vezettek a megvalósításához, hanem a magas energiaköltségek és hulladékgazdálkodási díjak, valamint a körforgásos gazdaságra való áttérés motivációja.

#### 4. Társadalmi visszajelzések

Annak érdekében, hogy a technológiát, és általában a gombatermesztést szélesebb körben meg tudjuk ismertetni a mezőgazdasági termelőkkel három workshopot szerveztünk a Keyrio Farmon. A workshopok keretében nem csak előadások formájában mutattuk be a technológiát és annak lépéseit, hanem lehetőség volt valóságban is megnézni a demonstrációs farm részeit, így a szubsztrát előállítását, termesztő házat és a biogáz termelést is. A technológia iránti nagy érdeklődést jól mutatja, hogy a három workshopon összesen több, mint százan vettek részt.

A résztvevők gombatermesztéssel kapcsolatos motivációinak és preferenciáinak felmérése céljából a workshopokat követően kérdőíves kutatást végeztünk. Mivel Kenyában az egyetemesen beszélt nyelv az angol, így a kérdőív is angol nyelvű volt, és nyomtatott formában osztottuk ki. A kérdőív 26 kérdést tartalmazott, és körülbelül

20-30 percet vett igénybe a válaszadás. A legtöbb kérdés feleletválasztós volt, több lehetséges válasz megjelölésével, azonban minden kérdésnél megvolt a lehetőség részletesebb válaszadásra és esetenként az adott válasz indoklására is. A kérdésekből négy kérdés a workshopra irányult, három a hulladékkezelési gyakorlatok felmérésére, míg a maradék a gombatermesztés technológiai és egyéb szempontjaira. A kérdőív elsődleges célcsoportja a helyi, kisléptékben termelő gazdálkodók voltak, mint a gombatermesztő technológiai koncepció potenciális alkalmazói. A kiosztott kérdőívekből 87 darab értékelhető érkezett vissza.

A válaszadók csaknem 80%-a érdeklődést mutat az iránt, hogy a koncepció alapján belekezdjen a gombatermesztésbe, megerősítve ezzel a projekt kiindulási alapját, azaz, hogy érdemes ennek a körforgásos biomassza hasznosítási rendszernek afrikai adaptálásával foglalkozni. Emellett 40% pedig a saját hulladékát kezelni biogáz technológia segítségével, függetlenül akár a gombatermesztéstől is. A biogáz termelés integrálása és így egyben hulladékkezelés és energia biztosítása amúgy is a válaszadók majdnem felénél a legfontosabb faktor, amiért a koncepciót választanák. Emellett a koncepció felé való elköteleződésben fontos tényező még, hogy olcsó és helyi alapanyagokra épít a folyamat (válaszadók 40%-a szerint), valamint, a válaszadók egyharmada fontosnak tartotta, hogy kipróbált és bevált technológiáról van szó. Ez utóbbi összefüggésben van azzal, hogy a sikeres gombatermesztővé válás faktorai között a válaszadók kétharmada a magasszintű tudást jelölte meg. Azaz a koncepció hitelességét segíti, hogy itthoni, már ipari léptékben működő és piacon bizonyított technológiát adaptálunk az afrikai viszonyok közé. Ezt követte a stabil piac megléte, a megfelelő pénzügyi háttér, majd a termék feldolgozási lehetőségei (Lásd: 2. ábra). Ebből az első két tényező az helyi adottság, amihez fontos a helyi körülményeket jól ismerő partner bevonása is. Ezen körülmények között a válaszadók 91%-a gondolja úgy, hogy a gombatermesztés egy jövedelmező és egyben fenntartható üzleti lehetőség is a kisléptékben gazdálkodók számára.

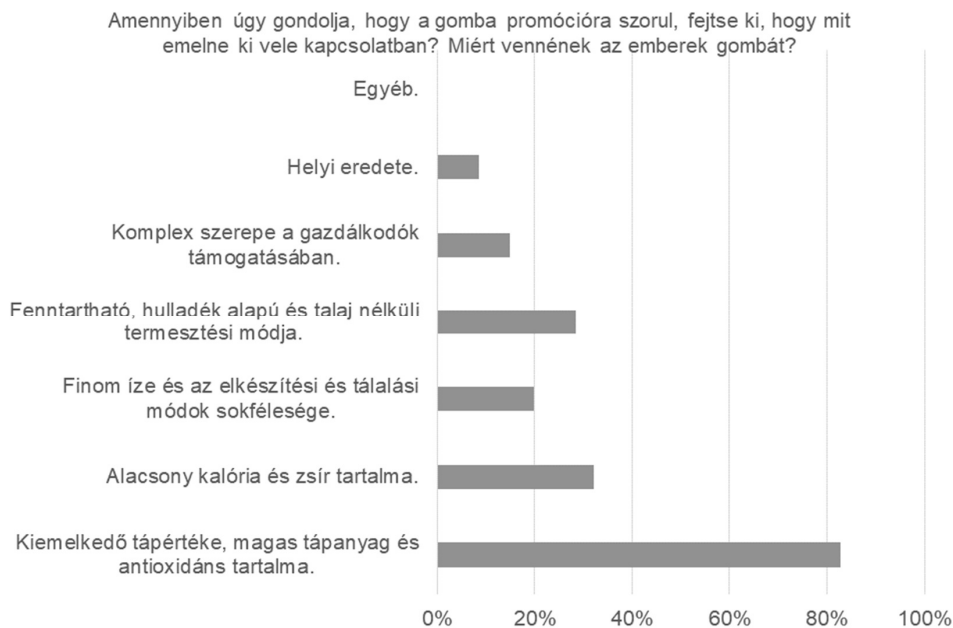
## 2. ábra: A kenyai farmerek körében a gombatermesztés sikerfaktorai kapcsán feltett kérdésre adott válaszok



Forrás: saját felmérés és szerkesztés

A piac kapcsán a válaszadók 88%-a szerint szükséges a gomba, mint mezőgazdasági termék promóciója. Kevesen ismerik ugyanis a gomba kiemelkedő tápértékét és sokféle elkészítési módját. Arra a kérdésre, hogy a gomba mely tulajdonságát emelnék ki, a válaszadók több, mint 80% a tápértékét és az antioxidáns tartalmát emelte ki, a többi válasz lehetőség közül egy sem kapott 30%-nál többet (Lásd: 3. ábra).

### 3. ábra: A kenyai farmerek körében a gomba promóciója kapcsán feltett kérdésre adott válaszok



Forrás: saját felmérés és szerkesztés

Érdekesség, hogy az európai piaccal szemben, ahol a nagy boltláncok dominálják a kiskereskedelmet, Kenyában nem számít kiugró értéknek a helyi termék. Ennek oka feltételezhetően, hogy ott a helyi piacok a kiskereskedelem elsődleges helyszínei, mivel a mezőgazdasági termékek alapvetően itt jelennek meg fizikailag. Ennek ugyanakkor ellentmond, hogy a válaszadók kétharmada a HoReCa (szállodák, az éttermek és a kávéházak) szektor számára értékesítené a gombát, gyaníthatóan a magasabb eladási ár miatt. Ez azonban feltételezi a magas minőségét és a tervezhető beszállítást, amit egy helyi termelői piac nem követel meg.

## 5. Következtetések

A projekt és a hozzá kapcsolódó kérdőíves felmérésünk megerősítette, hogy a gombatermesztés szerves hulladékának hasznosítása, mind itthon, mind Afrikában egyértelmű környezeti, gazdasági és szociális előnyöket rejt magában. A teljes technológia és az üzleti integráció révén az energiaellátás és a hulladékgazdálkodás házon belül megoldható, míg a biotrágya, mint a biogázüzem eredménye, visszakérül a talajba. A koncepció további előnye, hogy a különféle mezőgazdasági melléktermékek többszörös és lépcsőzetes felhasználása valósul meg a gombatermesztésben, ami a mezőgazdasági termelés intenzívebbé válását is eredményezi, mivel egységnyi földterületről nagyobb érték termelhető meg. A helyi mezőgazdasági szerkezetbe megfelelő méretben és módon illesztve, pozitív hatások

láncolatát indíthatja el. Az adott társadalmi közeg jellemzőit azonban figyelembe kell venni.

Tapasztalataink és felmérésünk alapján az afrikai demográfiai és klimatikus változások miatt nagy érdeklődés és piac mutatkozik erre a kisléptékű fenntartható kombinált termelési rendszerre, kihasználva annak sokoldalúságát. A kérdőív kimutatta, hogy a biogáz, így energiatermelés integrálása fontos szempont a helyiek körében. Ehhez társul a gomba, mint élelmiszer jó minősége, ami azonban nem kellően ismert. A termék iránti növekvő kereslet mellett, a koncepció sikeres lehet, mivel a termesztési folyamat helyi alapanyagokra épül, valamint alacsony technológiai igénye magas tudásszinttel párosul.

## Köszönetnyilvánítás

Köszönjük az INNOWIDE projekt támogatását az Európai Unió Horizon 2020 kutatási és fejlesztési programjából, a No. 822273-as számú támogatási szerződés szerint.

## Irodalomjegyzék

- Akuku, B., Haaksma, G., Derksen, H. (2019): Digital Farming in Kenya. Opportunities & Challenges for Dutch ICT companies in agriculture in Kenya. Embassy of the Kingdom of the Netherlands, Nairobi, Kenya. <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/12/Digital-Farming-in-Kenya.pdf> (2020.10.29.)
- Bryan, E., Ringler, C., Okoba, B., Roncoli, C., Silvestri, S., & Herrero, M. (2013): Adapting agriculture to climate change in Kenya: Household strategies and determinants. *Journal of Environmental Management*, 114:26–35. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.10.036>
- FAO (2020): Kenya at a glance. The agriculture sector in Kenya. <http://www.fao.org/kenya/fao-in-kenya/kenya-at-a-glance/en/> (2020.10.29.)
- Grimm, D., Wösten, H.A.B. (2018) Mushroom cultivation in the circular economy. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102:77957803. <https://doi.org/10.1007/s00253-018-9226-8>
- IEA (2019): Africa Energy Outlook 2019, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/africa-energy-outlook-2019>
- Kogo, B.K., Kumar, L., Koech, R. (2020) Climate change and variability in Kenya: a review of impacts on agriculture and food security. *Environment, Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00589-1>
- Market Data Forecast (2020) Middle East And Africa Edible Mushroom Market By Type (Button, Shiitake, And Oyster), By Application (Fresh Mushrooms And Processed Mushrooms (Dried, Frozen, And Canned)) - Region Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, And Forecasts 2020-2025. <https://www.marketdataforecast.com/market-reports/mea-edible-mushroom-market> (2020.10.30.)
- Rathore, H., Prasad, S., Sharma, S. (2017) Mushroom nutraceuticals for improved nutrition and better human health: A review. *PharmaNutrition*. 5 (2):35–46 <https://doi.org/10.1016/j.phanu.2017.02.001>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019) World Population Prospects 2019, Volume II: Demographic Profiles. <https://population.un.org/wpp/Graphs/DemographicProfiles/Line/404> (2020.10.30.)
- Xinhua (2019) Kenyan farmers embrace mushroom cultivation amid rising demand. [http://www.xinhuanet.com/english/2019-09/12/c\\_138387327.htm](http://www.xinhuanet.com/english/2019-09/12/c_138387327.htm) (2020.11.02)
- World Bank (2016) Forest area (% of land area) – Kenya. <https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.FRST.ZS?locations=KE> (2020.10.30.)

## FENNTARTHATÓ ZÖLDFELÜLET-GAZDÁLKODÁS ARCHEOFITONOK SEGÍTSÉGÉVEL

Ecseri Károly – Honfi Péter

**Absztrakt:** A zöldfelület-gazdálkodás területén is egyre hangsúlyosabb a fenntarthatóság és a biodiverzitás biztosítása. Ennek jegyében kísérletünkben egy archeofiton magkeveréket vizsgáltunk egy extenzív módon ápolat területen. A 7 éves vizsgálat során megfigyeltük, hogy az alacsony termetű, gyenge gyomelnyomó-képességű rövidebb ideig voltak jelen a parcellán, illetve több vegetációban el is tűntek a területről. Az erősebb, tölevélrózsás taxonok (*Cyanus segetum*, *Papaver rhoeas*, *Sinapis arvensis*) ugyanakkor domináns szerepüknek köszönhetően sikeresen gátolták a neofitonok tömeges megjelenését. Az eredmények alapján a kísérlet persepktivikus lehet a természetközeli zöldfelületeken.

**Abstract:** Sustainability and biodiversity is also becoming important in the field of green space management. Therefore, in our experiment, we examined an archaeophyton seed mixture in an extensively cultivated area. We observed in the 7-year study that small taxa with poor weed pressure were present on the plot for a shorter time or disappeared from the area in several vegetations. However stronger, leaf-rose taxa (*Cyanus segetum*, *Papaver rhoeas*, *Sinapis arvensis*) successfully inhibited the mass appearance of neophytes due to their dominant soil covering. Based on the results, the experiment may be persepctival on semi-natural green spaces.

**Kulcsszavak:** vadvirágok, talajtakarás, dominancia viszonyok, extenzív fenntartás, gyom

**Keywords:** wildflowers, soil covering, dominance relations, extensive maintenance, weed

### 1. Bevezetés

A XXI. századi városi zöldfelületek többsége igen letisztult (minimalista) stílust követ, az egységesítés (unification) és a nagyon egyszerű szerkezeti felépítés irányába halad, sok esetben exóta fás- és lágyszárú taxonok tömeges alkalmazásával. A kerttervezők ugyanakkor az ökológiai krízis hatására a természetes tájképhez nyúlnak vissza inspirációért. Céljuk a fenntartható tervezés és a biodiverzitás megőrzése. Ez a természetes állapot pedig több európai, illetve amerikai államban a lágyszárú vegetációban ölt testet (Ignatieva, 2010). Egy Németországban elvégzett közvélemény kutatás szerint a pipacsos, búzavirágos rét kapta a legmagasabb dekorációs értéket. A megkérdezetteknek a legfontosabb szempont volt az ápoltság és a színgazdagság a virágok esetében (Lindemann-Matthies et Brieger, 2016). Az esztétikus kertet a természetesség és a fajgazdagság jellemzi a svájci lakosság véleménye szerint is, akik szívesen alkalmazzák az ökológiai kertészkedést, de nem szeretnék kaotikus kertet (Lindemann-Matthies et Marty, 2013). A legkedveltebb fajok között több archeofiton is szerepel: *Agrostemma githago*, *Cyanus segetum*, *Papaver rhoeas* (Lindemann-Matthies et Bose, 2007).

Ezen archeofitonok elsősorban a természetközeli kertek növényalkalmazási koncepciójába illeszthetőek bele, hiszen ezeknek a zöldfelületeknek a tulajdonságai (természetes táj közvetlen közelében kerül kialakításra, alapfajok alkalmazása, szerényebb dekorációs értékű növények, sok taxon, minimális ápolás) állnak legközelebb az archeofitonok jellemzőihez (Patkós–Kovács, 2018). Az egyszerű

szaporításnak (illetve szaporodásnak) köszönhetően (Schmidt, 2003) a parasztkertekben is előszeretettel alkalmazzák a *Consolida regalis*, *Cyanus segetum*, vagy a *Papaver rhoeas* fajokat (Noordhuis, 2002). Az őjövevények (az előbbieket mellett például a *Malva sylvestris*) a falusi kertek koncepciójába azért is jól beilleszthetők, mert a féltermészetes archeofitonok hullámszó virágszőnyegében érzékelhető a rendezetlenség és a tervezettség kettőssége (Brookes, 1993). A mezőkről behozott, domesztikált virág Csoma (2015) szerint a szarkaláb, az árvácska, a búzavirág, a füstike, a mályva és a pipacs, amelyek nemcsak díszítőértékük, hanem népgyógyászati szerepük miatt is jelentősek a népi virágkultúrában. Emellett házikertekben is régóta alkalmazzák például a *Consolida regalis*-t (Hessayon, 1996). A felhasználás során javasolt a vegyes kiültetés, valamint a színkeverékek használata (Szántó, 1982). Általában tarka, folyton más arcát mutató millefleur virágágyba való növények (Throll, 2009), melyek intimebb hatású zöldfelületeken (például üdülőterületeken) biztosítanak csendes szemlélődést (Ormos, 1955). Az alacsonyabb termetű fajok (pl. *Nigella*) homogén foltjai szegélyágyásokba, tölteléknyvényként, a magasabbak (pl. *Cyanus segetum*) térkitöltőnek használhatók (Györffy, 2007).

Az *in situ* védelmi lehetőségek mellett másik felhasználási mód a vadvirágos gyepek, magkeverékek alkalmazása. A kiültetésekben feltűnő, függőleges elem lehet a *Consolida orientalis*, de a *Malva sylvestris*-t, az *Orlaya grandiflora*-t, valamint a *Papaver rhoeas*-t is virágos rétekben való alkalmazásra javasolja Lord et Lawson (2003). Titchmarsh (2005) szerint a fűfajokkal kombinálva az állomány tartósan fenntartható, de a megfelelő felújuláshoz évente szükséges a talajt bolygatni, gereblyézni. Több cég is forgalmaz ilyen termékeket, például a Rieger-Hofmann GmbH, melynek vadvirág keverékében 14 archeofiton taxon található. Ebben az összeállításban domináns fajok az *Agrostemma githago*, illetve a *Cyanus segetum*. A javasolt mennyiség 2 g/m<sup>2</sup>. A fenntartás során késő őszi kaszálást javasol a szaporítóanyag forgalmazója.

Egy kísérletes körülmények között alkalmazott vadvirágos szegély Svájcban az alábbi taxonokból állt: *Achillea millefolium*, *Agrostemma githago*, *Centaurea jacea*, *Cichorium intybus*, *Cota tinctoria* (syn. *Anthemis tinctoria*), *Cyanus segetum*, *Daucus carota*, *Dipsacus fullonum*, *Echium vulgare*, *Hypericum perforatum*, *Leucanthemum vulgare*, *Malva moschata*, *Malva sylvestris*, *Origanum vulgare*, *Papaver rhoeas*, *Pastinaca sativa*, *Silene latifolia* subsp. *alba* (syn. *Silene pratensis*), *Tanacetum vulgare*, *Verbascum lychnitis*, *Verbascum thapsus* (Haaland et Gyllin, 2011). Ezek közül négy faj (*Agrostemma githago*, *Cichorium intybus*, *Malva sylvestris*, *Papaver rhoeas*) a magyar archeofiton listában is szerepel.

Általánosságban megfigyelhető, hogy a Nyugat-európai és az amerikai kutatások elsősorban az évelő két- illetve egyszikű fajok elemzésére összpontosítanak és kevés az egyéves fajokkal foglalkozó szakirodalom. Ha vegyes magkeverékeket alkalmaznak, akkor is megfigyelhető, hogy a therofiton fajok már a második vegetációban eltűnnek az évelők kompetitív hatása miatt (Vannucchi, 2014). Pedig ez az egyetlen életforma csoport, melynek aránya növekszik az



urbanizáció hatására (Klotz et Gutte, 1992), és morfológiai, fenológiai valamint ökológiai paraméterei is megfelelnek a városi felhasználásra (Bretzel et al., 2016).

A fentiekén túl az archeofiton dísznövények alkalmazhatóak közutak, autópályák melletti peremszegélyek, rézsúk zöldítésére, illetve hulladéklerakók, valamint homok- és kavicsbányák bolygatott felszínének díszítésére (Meyer et al., 2013). Zöldtetőre ajánlott archeofiton fajok az *Anthemis arvensis*, *Cyanus segetum*, *Consolida regalis* és a *Papaver rhoeas* (Kumpfmüller, 2008). De akár a nagyvárosokban is létesíthető belőlük úgynevezett R-stratégias egynyári virágágy. Ezt az alkalmazási módot például építkezések, felújítások területén javasolják, mint ideiglenes takarást biztosító, természetes hatást nyújtó zöldfelületet, melynek fenntartási költsége igen alacsony. Létesíthető többek között *Orlaya grandiflora* – akár önálló – alkalmazásával is (Pápai-Bíró, 2016).

## 2. Anyag és módszer

A kísérlet helyszíne egy Cegléd melletti házikert, melynek talaja humuszos homok. A terület évelő gyomoktól mentes, a kísérlet beállítása előtt szervesanyag-utánpótlásban részesült. A vetés 2013. április 18-án történt egyenletesen elmunkált talajba, sekélyen bedolgozva, majd beöntözve. Az elvetett archeofitonok az alábbiak voltak: *Adonis aestivalis*, *Adonis flammea*, *Ajuga chamaepithys*, *Anthemis cotula*, *Consolida regalis*, *Cyanus segetum*, *Hibiscus trionum*, *Legousia speculum-veneris*, *Nigella arvensis*, *Malva sylvestris*, *Misopates orontium*, *Papaver rhoeas*, *Silene gallica*, *Sinapis arvensis*, *Stachys annua*, *Vaccaria hispanica*, *Vicia villosa*. A magkeverék tömege összesen: 8329 mg.

A fajok összeválogatásának alapelve az volt, hogy ezek a növények egyazon szüntaxonómiai osztálynak (*Stellarietea mediae*) a tagjai (Mucina, 1993), emellett figyelembe vettük a taxonok életforma kategóriáját, a talajpreferenciáját a talajreakcióra vonatkozóan (Simon, 2000), illetve dekorativitását Udvardy (2000) alapján. Az elvetett összes magmennyiség 8,33 g volt a 2,25 m<sup>2</sup>-es parcellában.

A terület – a kelesztő öntözésen kívül – vízutánpótlást nem kapott. Agrotechnikai eljárást csak 2014. július 29-én, 2016. augusztus 30-án, 2017. augusztus 7-én, 2018. december 9-én és 2019. július 27-én végeztünk talajforgatás formájában (a talajforgatás időzítéskor figyelembe vettük a talaj nedvességtartalmát, illetve a parcellán lévő egyedek magjainak teljes kifejlődését). Szervesanyag-feltöltés és -elhordás sem történt.

A parcella magbankjának gyarapítására 188 g (4273 mag) *Vicia villosa*-t vetettünk 2013. június 23-án. (A magok darabszámát Kebede et al. (2016) ezermagtömeg adatai alapján számítottuk ki.) Emellett 0,4 g (200 mag) *Cyanus segetum* magot juttattunk ki 2016. augusztus 30-án, illetve *Vaccaria hispanica* magot 0,5 g (500 mag) mennyiségben 2018. december 9-én, valamint *Fumaria officinalis* 5,7 g (2800 szem), *Papaver dubium* 0,9 g (15 000 szem), *Sinapis arvensis* 58,5 g (20 100 szem), *Stachys annua* 0,2 g (132 szem), és *Vaccaria hispanica* 0,9 g (920 szem) magot 2019. július 27-én.

Az értékelés az intenzív vegetatív fejlődési és a virágzási csúcsideszakban heti két-három alkalommal, egyébként pedig heti egy alkalommal, bonitálással történt (0

és 5 közötti értékekkel). 2013 és 2019 között az egyes fajok jelenlétét dokumentáltuk, melynek során az aktuális fenofázisra koncentráltunk (vegetatív/generatív). 2015-től pedig fajonként mértük a szélesség és hosszúsági paramétereket, amelyből a talajtakaró-képességre következtettünk.

### 3. Eredmények és értékelésük

A vizsgálatba vont taxonokat talajtakaró-képesség alapján kétféle csoportba osztottuk:

- nagy lombfelülettel rendelkező fajok (*Cyanus segetum*, *Malva sylvestris*, *Papaver rhoeas*, *Sinapis arvensis*, *Vicia villosa*)
- kis lombfelülettel rendelkező fajok (*Adonis aestivalis*, *Ajuga chamaepitys*, *Anthemis cotula*, *Consolida regalis*, *Hibiscus trionum*, *Nigella arvensis*, *Stachys annua*, *Vaccaria hispanica*).

A csoportosítás alapjául az 1. táblázat adatai szolgáltak, amelyek 2015-2019 között tartalmazzák a vizsgált taxonok átlagos szélesség és hosszúság adatait. Ahol ezek a középértékek az eseteknek legalább 50%-ában magasabbak voltak, mint 10 cm, azt a fajt jó talajtakarási tulajdonságúnak tekintettük, ellenkező esetben pedig gyenge talajtakarásúnak (szürke háttérrel jelölt adatok).

Az adatokból látható, hogy a legnagyobb felülettel a *Vicia villosa* egyedek rendelkeztek. Bár ennél a növénynél tényleges talajtakarásról nem beszélhetünk, hiszen kacsáival a többi archeofiton fajra mászik fel. A *Papaver rhoeas* esetében 2016-ban, míg a *Sinapis arvensis*-nél 2017-ben lehetett megfigyelni gyengébb növekedésű egyedeket. A *Vicia villosa* mérete pedig az utolsó vizsgálati évben csökkent jelentősen. A *Malva sylvestris* a 2017-es, illetve a 2019-es vegetációs periódusban mutatott mérsékeltbb horizontális növekedést. Az erős növekedésű taxonok közül a *Cyanus segetum* adatai voltak a legkiegyenlítettebbek (1. táblázat).

A táblázatból az is kitűnik, hogy a kis lombfelülettel rendelkező taxonok mindössze csak 1-2 vegetációs periódusban voltak jelen a területen (pl. *Anthemis cotula*, *Consolida regalis*, *Hibiscus trionum*, *Nigella arvensis*). Az *Adonis aestivalis* is ebbe a csoportba sorolható, de ezt a fajt 2015-2018 között folyamatosan meg tudtuk figyelni. Méret adatai kiegyenlítették voltak, és az egyedek igen szimmetrikusnak tekinthetők.

Bár az *Ajuga chamaepitys* mérete kismértékben meghaladja a mesterségesen kialakított 10 cm-es határt, ugyanakkor levélmérete és növénymagassága miatt mégis a gyenge talajtakarású taxonok közé sorolható. A *Vaccaria hispanica* – bár a vízszintes dimenziója kicsinek tekinthető – levélfelületben, illetve növénymagasságban is felülmúlja ezen kategória többi képviselőjét. A 1. táblázatban nem szerepelnek olyan archeofiton taxonok, melyek az eredeti magkeverékben nem voltak megtalálhatók. Ugyanakkor megfigyeltük a – szintén 'őjövevény' *Anagallis arvensis* jelenlétét 2015-16-ban, valamint a koratavaszi aszpektusban a *Viola arvensis* (2016-17), a *Lamium amplexicaule* és *Lamium purpureum* spontán feltűnését (2017-18).

**1. táblázat: Archeofiton taxonok mérete a 2015-2019-es vegetációs periódusokban, *in situ* mikroparcellás vizsgálatban (Cegléd)**

Taxon neve	Méret (cm)	2015	2016	2017	2018	2019
<i>Adonis aestivalis</i>	Szélesség	6,19	6,00	6,50	6,50	
	Hosszúság	5,72	4,00	5,80	5,04	
<i>Ajuga chamaepitys</i>	Szélesség	9,64	10,32			11,64
	Hosszúság	10,91	10,04			11,18
<i>Anthemis cotula</i>	Szélesség	8,00		4,05		
	Hosszúság	9,26		3,33		
<i>Consolida regalis</i>	Szélesség	3,07				
	Hosszúság	2,59				
<i>Cyanus segetum</i>	Szélesség	19,85	13,58	15,98	18,89	15,59
	Hosszúság	17,26	13,34	14,72	13,75	13,93
<i>Hibiscus trionum</i>	Szélesség					6,27
	Hosszúság					5,27
<i>Malva sylvestris</i>	Szélesség	25,33	22,43	16,18	28,02	13,17
	Hosszúság	19,17	21,08	13,14	23,48	9,31
<i>Nigella arvensis</i>	Szélesség	6,00	6,00			
	Hosszúság	5,00	3,00			
<i>Papaver rhoeas</i>	Szélesség	15,72	7,44	13,50	23,45	17,36
	Hosszúság	14,55	6,85	12,07	20,20	17,19
<i>Sinapis arvensis</i>	Szélesség	21,68	20,00	8,50		21,50
	Hosszúság	36,64	15,79	7,00		20,50
<i>Stachys annua</i>	Szélesség	7,39		10,94	16,80	12,00
	Hosszúság	8,42		9,56	13,20	15,00
<i>Vaccaria hispanica</i>	Szélesség	13,47	5,94	5,06	18,24	10,49
	Hosszúság	9,68	4,00	3,94	17,48	9,37
<i>Vicia villosa</i>	Szélesség	113,65	81,20	105,05	81,07	14,33
	Hosszúság	75,82	18,60	83,43	14,80	7,27

Forrás: saját szerkesztés (2015-2019)

Megjegyzés: a szürke háttérrel jelölt értékek 10 cm alattiak.

Az 2. táblázatból megállapítható, hogy a nagyméretű, tetemes lombtömeggel rendelkező fajok közül a *Cyanus segetum* és a *Papaver rhoeas* minden vizsgálati évben jelen volt. Emellett a *Malva sylvestris* és a *Vaccaria hispanica* egyedeit is megfigyeltük a teljes 7 éves ciklusban. Domináns mennyiséget a búzavirágból 2013-ban, a pipacsból pedig 2014-2017 között detektáltunk.

A dominancia viszonyokra lehet következtetni az egyes fajok jelenlétének hosszából, figyelembe véve az 1. táblázat adatait is. Látható hogy az erős növekedésű taxonok közül 2013-ban a *Cyanus segetum*, a *Malva sylvestris*, a *Papaver rhoeas* és a *Sinapis arvensis* a tavasz végi-nyár eleji és az őszi aszeptusban is folyamatosan jelen voltak a területen. Az *Adonis aestivalis*, *Ajuga chamaepithys*, *Consolida regalis*, *Nigella arvensis* és *Stachys annua* viszont csak a vegetáció második felében volt megfigyelhető.

**2. táblázat: Archeofiton taxonok jelenléte dekádokban, a 2013-2019-es vegetációs periódusokban, *in situ* mikroparcellás vizsgálatban (Cegléd)**

Faj neve	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<i>Adonis aestivalis</i>	VII/3- VIII/2, VIII/3- IX/1, IX/2- X/1	V/1- VI/2, VII/3	II/2- VII/3, X/1- XII/3	I/1- VII/2	I/1- VI/1, VIII/3- XII/1	I/1- VI/1	
<i>Ajuga chamaepithys</i>	VII/3- XI/3	V/3- XII/3	VII/1- XII/3	I/2- VIII/3			V/2- VII/3, IX/2- XII/1
<i>Anthemis cotula</i>	V/2- VIII/2, IX/2- XI/3	III/3- VII/2	II/2- VII/1		I/1-V/3		
<i>Consolida regalis</i>	VII/2- X/2	VI/3- VII/3	IV/3- VII/3				
<i>Cyanus segetum</i>	IV/3- XI/3	III/3- XII/3	IV/2- VIII/1	I/2- VII/2, IX/2- XII/3	I/1- VIII/1, VIII/3- XII/1	I/1- VII/3	III/3- VII/2, VIII/1- XII/1
<i>Hibiscus trionum</i>	V/3- XI/3						IX/3- XII/1
<i>Malva sylvestris</i>	IV/3- XI/3	IV/3- XII/3	VIII/1- XII/3	I/2- XII/1	I/1-V/2, VIII/3- XII/1	I/1- XI/3	V/2- XII/1
<i>Nigella arvensis</i>	VII/2- X/3	IV/2- VIII/1	V/2- VII/2	VII/1- VII/3			
<i>Papaver rhoeas</i>	V/2- VIII/3, IX/2- XI/3	III/3- VII/3, IX/1- XII/3	II/2- VI/3	I/2- VII/2, X/1- XII/3	I/1- VII/1, IX/2- XII/1	I/1- VI/3, X/2- XI/3	IV/2- VI/3, IX/3- XII/1
<i>Sinapis arvensis</i>	IV/3- VII/3, X/1- XI/3	III/3- VI/3, VIII/3- XII/3	II/2- III/2, XI/1- XII/3	IX/3- XII/3	V/2- VII/1		XI/2- XII/1
<i>Stachys annua</i>	VII/1- XI/3	VIII/2- XII/3	III/3- VII/1, VIII/1- 2, IX/1- XII/3		III/2- V/2, IX/2- XII/1	I/1- III/3	XII/1
<i>Vaccaria hispanica</i>	IV/3- VIII/1, IX/2- XI/3	III/3- VI/2, VIII/2- XII/3	III/3- V/3, IX/3- XII/3	I/3-V/3	I/1-VI/1	IV/2- VII/1	III/1- VI/2, VIII/1- XII/1
<i>Vicia villosa</i>			III/2- VII/1	III/2- VI/3	III/2- VI/3	I/1- VI/3	IV/1- VII/1, X/2- XII/1

Forrás: saját szerkesztés (2013-2019)

2014-ben kora tavasszal csírázott az *Anthemis cotula*, *Cyanus segetum*, *Papaver rhoeas*, *Sinapis arvensis* és *Vaccaria hispanica*. Az alacsonyabb termetű, gyengébb talajtakaró képességű fajok ebben az évben is csak a tavasz végén-nyár elején indultak fejlődésnek. 2014-15 fordulóján átteleltek a *Papaver rhoeas* és a *Sinapis arvensis* tölevélrózsás egyedei. A harmadik vizsgálati évben a *Malva sylvestris* példányai igen későn (augusztus első dekádjában) kezdtek el fejlődni. Az őszi aszpektusban megfigyelhető volt a *Sinapis arvensis* és a *Vaccaria hispanica* csírázása is. 2016-ban is a tavaszi időszakban volt a nagyobb diverzitás a parcellán, bár ősszel ismét megjelentek a *Cyanus segetum* és a *Papaver rhoeas* magoncai. A mályva pedig a teljes naptári évben jelen volt a területen. 2017-ben újra megfigyeltük az *Anthemis cotula* és a *Stachys annua* egyedeit. Velük együtt ekkor 9 taxon volt jelen hosszabb-rövidebb ideig. Az utolsó előtti évben egyértelműen az agresszív gyomelnyomó képességű taxonok domináltak (pl. *Cyanus segetum*, *Malva sylvestris*). Az értékelési időszak végén (2019-ben) az őszi aszpektusban több faj is megjelent ismételtén (pl. *Hibiscus trionum*, *Stachys annua*).

#### 4. Következtetések

Az eredményekből megállapítható, hogy a kistermetű, gyenge horizontális kiterjedésű fajok hamar kiszorultak a területről, hiszen alul maradtak a fényért való kompetícióban. A magasabb, erősebb tölevélrózsával rendelkező archeofitonok ugyanakkor uralkodóvá váltak már a kísérlet első évében. A május-júniusi időszak volt a legnagyobb diverzitású a parcellán, ekkor volt a legintenzívebb a terület dekorációs értéke is. Az ójővevény fajokból létrejövő mesterséges asszociáció olyan eredményes talajborítást biztosított, hogy jelentősebb neofiton gradációt egyik évben sem lehetett megfigyelni. A fenntarthatóság kulcsa az optimális időben elvégzett talajforgatásban rejlik.

#### Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a kutatás támogatásáért, amely az EFOP-3.6.1-16-2016-00006 „A kutatási potenciál fejlesztése és bővítése a Neumann János Egyetemen” pályázat keretében valósult meg. A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával, a Széchenyi 2020 program keretében valósul meg.

#### Irodalomjegyzék

- Bretzel, F., Vannucchi, F., Romano, D., Malorgio, F., Benvenuti, S., Pezzarossa, B. (2016): Wildflowers: From conserving biodiversity to urban greening – A review. *Urban Forestry & Urban Greening*, 20: 428-436. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.10.008>
- Brookes, J. (1993): *Apró kertek*. Officina Nova, Budapest. 178, 212–213. p.
- Csoma Zs. (2015): *Én kis kertem kertteltem... Paraszti virágkultúra Magyarországon*. Agroinform Kiadó, Budapest. 63–66, 193–194. p.
- Györfly A. (szerk.) (2007): *Kertészkedők enciklopédiája*. Kossuth Kiadó zRt., Kína. 105, 197. p.
- Haaland, C., Gyllin, M. (2011): Sown Wildflower Strips – A Strategy to Enhance Biodiversity and Amenity in Intensively Used Agricultural Areas. In: Lopez-Pujol, J. (ed.): *The Importance of*

- Biological Interactions in the Study of Biodiversity*. InTech, Croatia. 155–172. DOI: 10.5772/25076
- Hessayon, D. G. (1996): *Virágágyai dísznövények*. Park Könyvkiadó, Budapest. 36. p.
- Ignatieva, M. (2010): Design and Future of Urban Biodiversity. In: Müller, N., Werner, P., Kelcey, J. (eds.): *Urban Biodiversity and Design*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford. 118–144. DOI: 10.1002/9781444318654.ch6
- Kebele, G., Assefa, G., Feyissa, F., Mengistu, A. (2016): Seed yield and yield components of vetch species and their accessions under nitosol and vertisol conditions in the central highlands of Ethiopia. *International Journal of Development Research*, 6 (7): 8692–8701.
- Klotz, S., Gutte, P. (1992): Biologisch-ökologische Daten zur Flora von Leipzig – ein Vergleich. *Acta Academiae Scientiarum*, 1: 94–97.
- Kumpfmüller, M. (2008): *Wege zur Natur in kommunalen Freiräumen*. Oberösterreichische Akademie für Umwelt und Natur, Linz. 227.
- Lindemann-Matthies, P., Bose, E. (2007): Species richness, structural diversity and species composition in meadows created by visitors of a botanical garden in Switzerland. *Landscape and Urban Planning*, 79: 298–307. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.03.007>
- Lindemann-Matthies, P., Marty, T. (2013): Does ecological gardening increase species richness and aesthetic quality of a garden? *Biological Conservation*, 159: 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.12.011>
- Lindemann-Matthies, P., Brieger, H. (2016): Does urban gardening increase aesthetic quality of urban areas? *Urban Forestry and Urban Greening*, 17: 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.03.010>
- Lord, T., Lawson, A. (2003): *Harmonikus kertek enciklopédiája*. Kossuth Kiadó, Budapest. 369, 386, 391–392.
- Meyer, S., Hilbig, W., Steffen, K., Schuch, S. (2013): *Ackerwildkrautschutz – Eine Bibliographie*. Bonn: Bundesamt für Naturschutz. 47.
- Mucina, L. (1993): Stellarietea mediae. In: Mucina, L., Grabherr, G., Ellmauer, T. (herausgegeben): *Die Pflanzengesellschaften Österreichs*. Teil I. Anthropogene Vegetation. Gustav Fischer Verlag, Jena. 110–168.
- Noordhuis, K. T. (2002): *Kerti növények enciklopédiája*. GABO Könyvkiadó, Szlovénia. 279, 294.
- Ormos I. (1955): *Kerttervezés története és gyakorlata*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 308.
- Pápai V., Bíró B. (2016): *Ökológus zöldfelületek városi alkalmazása*. Főkert Nonprofit Zrt., Budapest. 50–55, 88, 90.
- Patkós I., Kovács E. (2018): *Az élő dísznövények felhasználása*. Szerzői magánkiadás. 154–156.
- Schmidt G. (szerk.) (2003): *Növények a kertépítészetben*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, Budapest. 213–220.
- Simon T. (2000): *A magyarországi edényes flóra határozója*. Harasztok – virágos növények. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 892.
- Szántó M. (1982): Legszínesebbek az egynyári virágok. In: Lelkes L. (szerk.): *Virágoskert, pihenőkert*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 94–95.
- Throll, A. (2009): *Kerti növények. Mi virít a kertben?* Sziget Könyvkiadó, Kaposvár. 145, 161.
- Titchmarsh, A. (2005): *Kertész lesznek. A siker titkai*. Alexandra Kiadó, Debrecen. 271.
- Udvardy L. (2000): Archaikus gabonagyomjaink, mint dísznövények. In: GYULAI F. (szerk.): *Az agrobiodiverzitás megőrzése és hasznosítása, Szimpózium Jánossy Andor emlékére*. Agrobotanikai Intézet, Tápiószéle. 415–419.
- Vannucchi, F., Malorgio, F., Pezzarossa, B., Pini, R., Bretzel, F. (2014): Effects of compost and mowing on the productivity and density of a purpose-sown mixture of native herbaceous species to revegetate degraded soil in anthropized areas. *Ecological Engineering*, 74: 60–67. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.09.121>

## NÖVEKEDÉSSZABÁLYOZÓ TULAJDONSÁGGAL RENDELKEZŐ KÉSZÍTMÉNYEK HATÁSA AZ EGYNYÁRI VIRÁGOK DÍSZÍTŐÉRTÉKÉRE

Turiné Farkas Zsuzsa – Tajti Klaudia – Ósze Brigitta

**Absztrakt:** A kutatásban a Bumper 25 EC, a Mirage 45 EC gombaölő szerek és a Toprex növekedésszabályozó anyag törpésítő hatását vizsgáltuk a Petunia x hybrida palántanevelése során, valamint a növények kiültetését követő időszakban. A kísérletet két éven keresztül végeztük, 2016. és 2017. években, a Neumann János Egyetem Kertészeti és Vidékfejlesztési Karának Kertészeti Tanszékén. Mértük a növények díszítőértékét: a növénymagasságot (mm), a virágszámot (db/tő), és az elágazások számát (db/tő). A Petunia x hybrida törpésítésére a vizsgált készítmények közül legjobban a Toprex alkalmas, de a Bumper is alacsony növényeket eredményezett. A legtöbb virággal és oldalhajtással rendelkező növényeket a Toprex-szel kezelt állományban kaptuk. A kezelés időpontjától is függ a vegyszerek hatékonysága, ugyanis a 2017. évi kísérlet során a készítmények kijuttatása korábbi növénystádiumban történt, mint 2016-ban, így a növekedésszabályozó szerek hatása jobban tudott érvényesülni.

**Abstract:** In the research, we examined the dwarfing effect of the Bumper 25 EC fungicide, the, Mirage 45 EC fungicide and the Toprex growth regulator during the cultivation of Petunia x hybrida seedlings and in the period after planting. The experiment was performed for two years, in 2016 and 2017, in the Department of Horticulture, of Faculty of Horticulture and Rural Development of the Neumann János University. We measured the ornamental value of the plants: plant height (mm), number of flowers (pcs / plant), and number of branches (pcs / plant). Toprex is the most suitable for dwarfing Petunia x hybrida among the tested substances, but Bumper also produced short plants. Plants with the most flowers and offshoots were obtained in the Toprex-treated stock. The effectiveness of the chemicals also depends on the date of the treatment, as in the 2017 experiment the application of the preparations took place at an earlier plant stage than in 2016, so the effect of growth regulators could be more pronounced.

**Kulcsszavak:** Bumper 25 EC, Mirage 45 EC, Toprex, növénymagasság, virágszám, elágazások száma

**Keywords:** Bumper 25 EC, Mirage 45 EC, Toprex, plant height, number of flowers, number of branches

### 1. Bevezetés

A dísznövények kínálata manapság egyre nagyobb. Jelenleg a virágok terén nagy népszerűségnek örvendenek a törpe növények. A minőségi törpésített dísznövényáru előállításához nélkülözhetetlenek az auxinok, a citokininek, a gibberellinek és egyéb növekedésszabályozó anyagok, főleg a retardánsok megfelelő használata. Sajnos az Európai Unióhoz való csatlakozás óta ezeknek a szereknek a használatát egyre jobban korlátozzák.

A növekedésszabályozás célja az egyényári dísznövények palántanevelésében a cserépmérethez viszonyított harmonikus növénymagasság, a tömört és dús termet, illetve a töből induló bokrosodás, a sok oldalelágazás elérése (Pap, 2004). A növekedésszabályozó szerek a szártagok megnyúlását csökkentik, így lényegében a növény magasságát is, a virágbimbók számát megnövelik, viszont a virágzást gyakran késleltetik akár 1-2 héttel is. Erre megfelelő hatóanyagok a triazol típusú

fungicidek közül a paclobutrazol, ancymidol, flurprimidol, illetve a klór-kolin-klorid (CCC), daminozid hatóanyagok (Basra, 2000; Honfi–Tillyné Mándy, 2011). Németországban elterjedten használnak növekedésszabályozókat, engedélyezett a Dazide (Magyarországon Alar 85 SG néven fut), a Reglis, a Caramba, a Cycocel 720, a Tilt (hazánkban Bumper néven ismert) a Carax, és a Bonzi is ismét elérhető lesz a növekedésszabályozásban. Magyarországon egyik növekedésszabályozásra használt vegyszernek sincs dísznövénykultúrákra engedélyokirata (Whipker–Latimer 2013; Algeier, 2015).

Merényi (2008) szerint a Regalis és a CCC együttes alkalmazása során a *Dianthus* növények tenyészideje egy héttel meghosszabbodott. A virágbimbók száma 8%-kal több lett a kontroll állományhoz képest. A Regalis kifejezetten jó hatású petúniáknál, de virágzó állományban ne használjuk, ugyanis a virágok és a lomb színtorzulását eredményezheti. A virágzás előtt 4 héttel már nem érdemes használni. Növeli a hajtások számát, 0,13%-os töménységben, a kultúra első felében 1-2 alkalommal kijuttatva jó hatású (Algeier, 2015). A *Petunia* x *hybrida* növekedésszabályozására használt propikonazol hatására a növények kompaktak lettek, magasságuk csökkent (Banco, 2004). A Mirage 45 EC szisztémikus folyékony gombaölő szer. Gombaölő hatása mellett a növekedés késleltető hatása is ismert (Köbli et al., 2010). A Toprex gátolta a növekedést, habár a virágok színe ebben az esetben is halványabb lett. Ennek a szernek a használata oldalirányú növekedést is mutatott (Anonym, 2012). A propikonazol a Bumper 25 EC szisztémikus folyékony gombaölő hatóanyaga, egy triazolszármazék, mely gombaölőként és törpítőszerként egyaránt alkalmazott szer (Ocskó, 2009).

## 2. Anyag és módszer

A kutatási munkában az egynyári dísznövények növekedésszabályozását vizsgáltuk. A kísérletet több év során folytattuk a Neumann János Egyetem Kertészeti és Vidékfejlesztési Karának Kertészeti Tanszékén, a Primőr 1 típusú növényházban, illetve a Belső kert területén. Jelen publikációban a 2016. és 2017. években végzett munka egy részét a *Petunia* x *hybrida* eredményeit mutatjuk be. 2016-ban a magvetést 02. 26-án kézzel szemenként végeztük. A magoncok cserepezése 04. 5-én történt. A palánták növekedésszabályozására két készítményt alkalmaztunk: a Mirage 45 EC-t és a Bumper 25 EC-t. Három kezelést alkalmaztunk: 1. Mirage 45 EC, 2. Bumper 25 EC, 3. Kontroll (kezeletlen állomány). Minden kezelést 4 ismétlésben állítottunk be, ismétlésenként 8 db növényvel. A készítményeket 0,1%-os töménységben, 2 alkalommal használtuk. A palántanevelés alatt hetente mértük a növényeket. A mért paraméterek: a növénymagasság (mm), a virágok száma (db/tő) és a hajtáselágazások száma (db/tő) volt. Május 19-én megtörtént a palánták szabadföldi kiültetése. Ezt követően kezelésenként 8 db növény adatait mértük 3 hetente. 2017-ben a magvetés 02. 24-én történt. A magoncok cserepezését 03. 23-án végeztük. A palánták növekedésszabályozására a 2017. évben 3 készítményt alkalmaztunk: a Mirage 45 EC-t, a Bumper 25 EC-t és a Toprexet. Négy kezelés történt: 1.: Bumper 25 EC, 2.: Mirage 45 EC, 3.: Toprex, 4.: Kontroll (kezeletlen állomány). Minden kezelést 4 ismétlésben állítottunk be, ismétlésenként 6 db



növénnyel. A növekedésszabályozó (törpésítő) készítményeket 0,1%-os töménységben, 2 alkalommal használtuk. A növényeket 2017. évben is hetente mértük a palántanevelés időszakában. Mértük a növénymagasságot (mm), a virágszámot (db/tő) és az elágazásszámot (db/tő).

A növények kiültetésére 2017. 05. 29-én került sor. Minden kezelésből véletlenszerűen kiválasztottunk 8-8 növényt, és ezeket kiültettük a Belső kertbe. A méréseket a nyári időszakban 3 hetente végeztük. Mindkét évben a mérési adatokat Microsoft Excel táblázatban rögzítettük, majd varianciaanalízissel kiértékeljük.

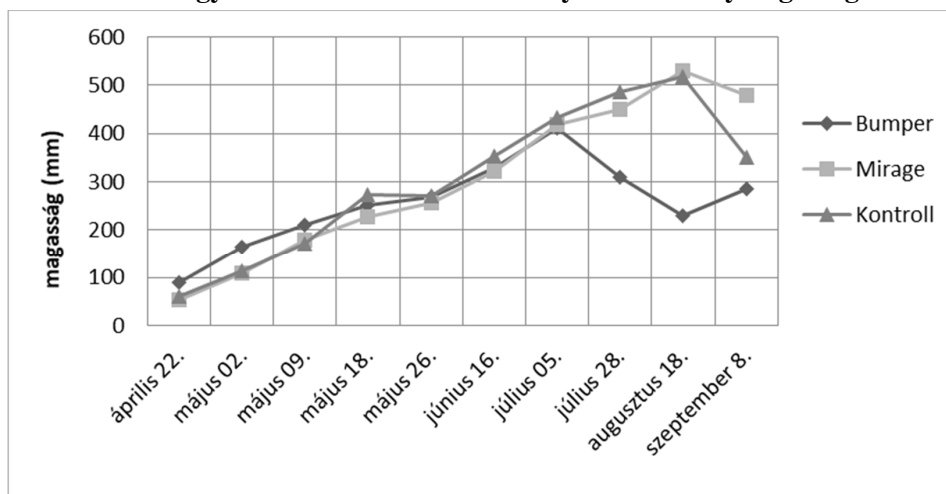
### 3. Eredmények és értékelésük

#### 3.1. A 2016. évi eredmények

##### 3.1.1. Vegyszerek hatása a *Petunia x hybrida* növénymagasságára

A tenyészidőszak során a Mirage gombaölő szerrel kezelt állomány hasonló magasságot produkált mint a kezeletlen állomány (1. ábra).

1. ábra: Vegyszerek hatása a *Petunia x hybrida* növénymagasságára



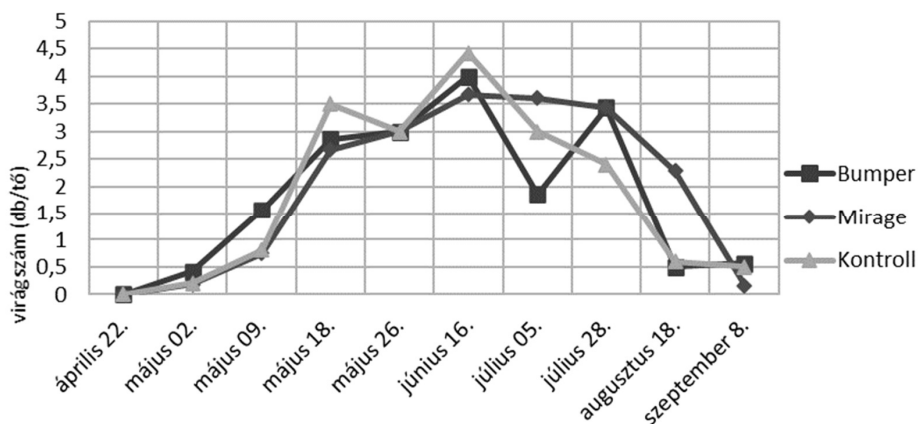
Forrás: A szerző saját szerkesztése.

A kiültetésre már készen álló palánták közül a kontroll volt a legmagasabb, a kezelések közti különbségek azonban nem tekinthetők szignifikánsnak.

A növények fejlődése során a Bumper és a kontroll közti különbség egyre nagyobb lett, de még mindig nem kaptunk szignifikáns különbséget.

##### 3.1.2. Vegyszerek hatása a *Petunia x hybrida* virágainak számára

A *Petunia x hybrida* esetében a virágszám kezdetben a Bumper-rel kezelt növényeken volt a legtöbb, majd később egy-két kimagasló átlagértéket mérhettünk a kontroll növényekből. A Mirage-zsal kezelt növények végig viszonylag egyenletes virágszámot mutattak (2. ábra).

2. ábra: Vegyszerek hatása a *Petunia x hybrida* virágainak számára

Forrás: A szerző saját szerkesztése.

A palántanevelés végén a kontroll állománya hozta a legtöbb virágot, a legkevesebb virághozamot pedig a Mirage eredményezte.

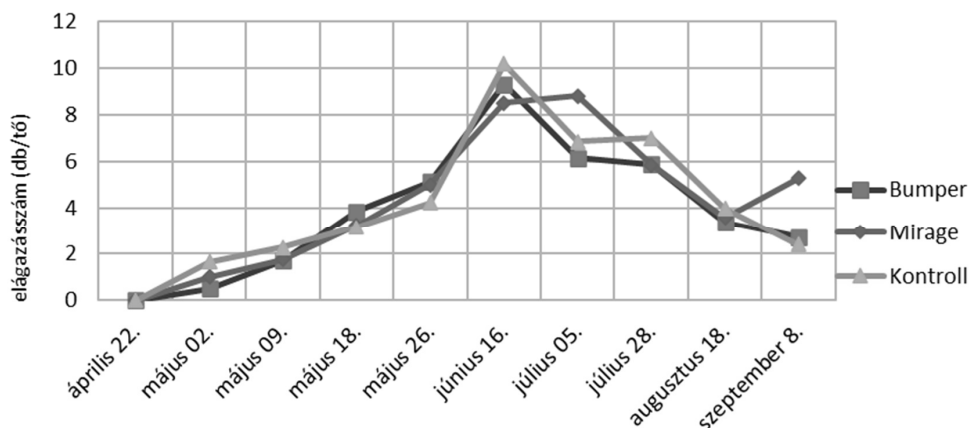
A kiültetés után 2 hónappal (július 28.) a kontroll virághozama visszaesett, kevesebb lett, mint a Bumper és a Mirage szerekkel kezelt állományok virág száma. Szignifikáns különbség azonban nem volt a kezelések között.

3.1.2. Vegyszerek hatása a *Petunia x hybrida* elágazásainak számára

Az elágazásszám a különböző kezelések esetében hasonlóan változott. A mérések alkalmával a legbokrosabb habitust a kontroll érte el a júniusi időszakban (3. ábra). A palántanevelés végén végzett mérések eredményeit tekintve, a Bumper-rel kezelt állomány fejlesztette a legtöbb elágazást, a kontroll és a Mirage-zsal kezelt növények azonos értékeket mutattak. Szignifikáns különbség nem alakult ki a kezelések között.

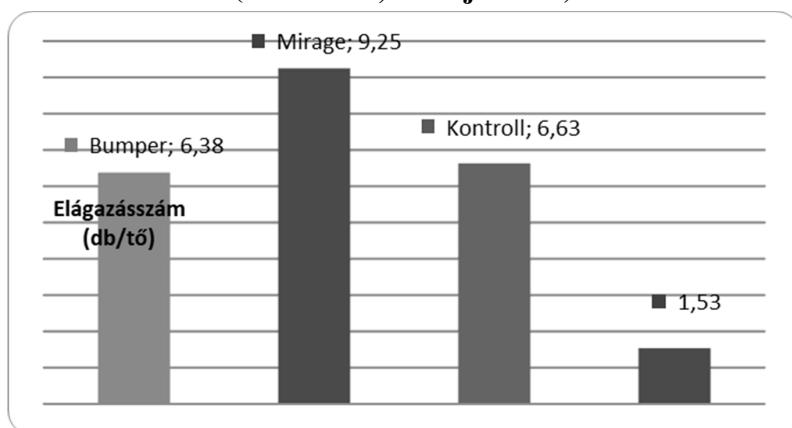
A júliusi időszakban a Mirage-zsal kezelt növények mutatták a legbokrosabb habitust, szignifikánsan több elágazást fejlesztettek, mint a Bumper-rel kezelt növények és a kontroll állomány egyedei (4. ábra).

### 3. ábra: Vegyszerek hatása a Petunia x hybrida elágazásainak számára



Forrás: A szerző saját szerkesztése.

### 4. ábra: Vegyszerek hatása a Petunia x hybrida elágazásainak számára (Kecskemét, 2016. július 5.)



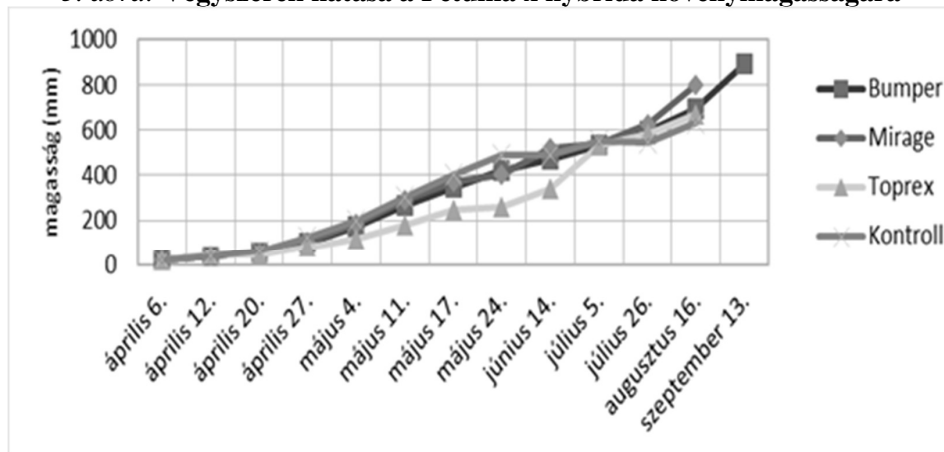
Forrás: A szerző saját szerkesztése.

## 3.2. A 2017. évi eredmények

### 3.2.1. Vegyszerek hatása a Petunia x hybrida növénymagasságára

A kezelések közül a Toprex növénymagasságra gyakorolt hatása volt a legkedvezőbb. A Toprex-szel kezelt Petuniák maradtak a legalacsonyabbak (5. ábra).

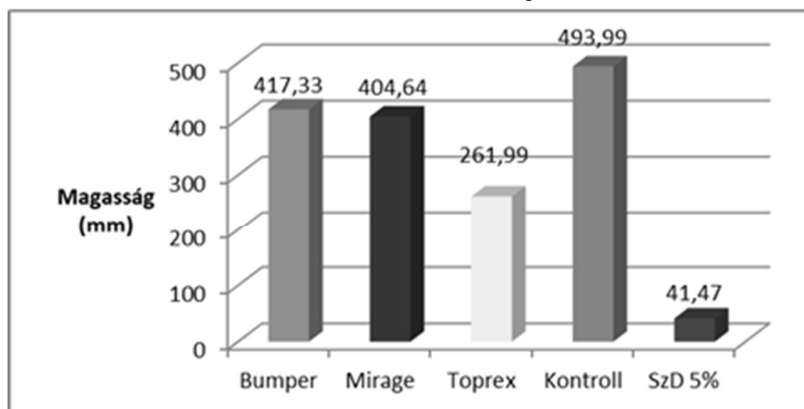
5. ábra: Vegyszerek hatása a Petunia x hybrida növénymagasságára



Forrás: A szerző saját szerkesztése.

A palántanevelés során a májusi időszakban a Toprex eredményezte a legalacsonyabb növényeket. A Toprex-szel kezelt dísnövények szignifikánsan is alacsonyabbak voltak, mint a Bumper, a Mirage és a kontroll állománya. Szignifikáns különbséget a Bumper és a kontroll, illetve a Mirage és a kontroll állomány növényei között is tudunk kimutatni (6. ábra).

6. ábra: Vegyszerek hatása a Petunia x hybrida növénymagasságára (Kecskemét, 2017. május 24.)



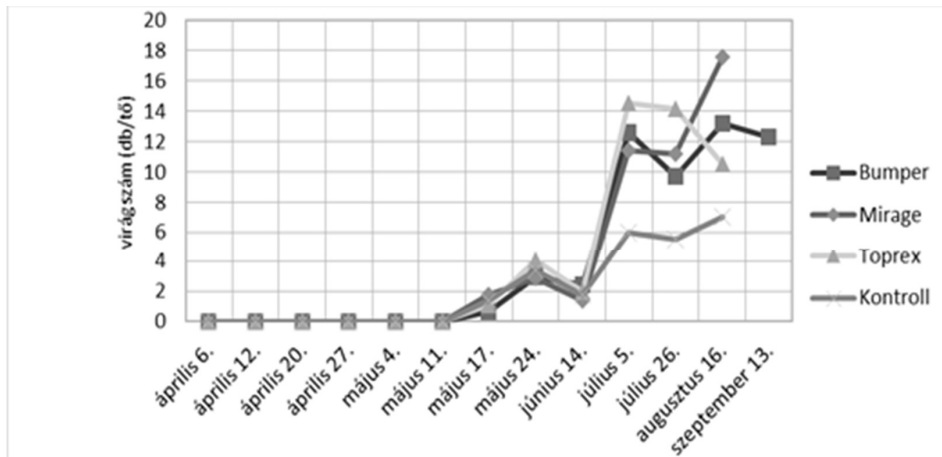
Forrás: A szerző saját szerkesztése.

A kiültetés után továbbra is a Toprex hatása eredményezte a legalacsonyabb növényeket. Szignifikánsan alacsonyabb dísnövényeket eredményezett, mint a kontroll állománya.

### 3.2.2. Vegyszerek hatása a *Petunia x hybrida* virágainak számára

A virágzás május 11-én kezdődött, a legkevesebb virághozamot összességében a kontroll növényei adták (7. ábra).

7. ábra: Vegyszerek hatása a *Petunia x hybrida* virágainak számára



Forrás: A szerző saját szerkesztése.

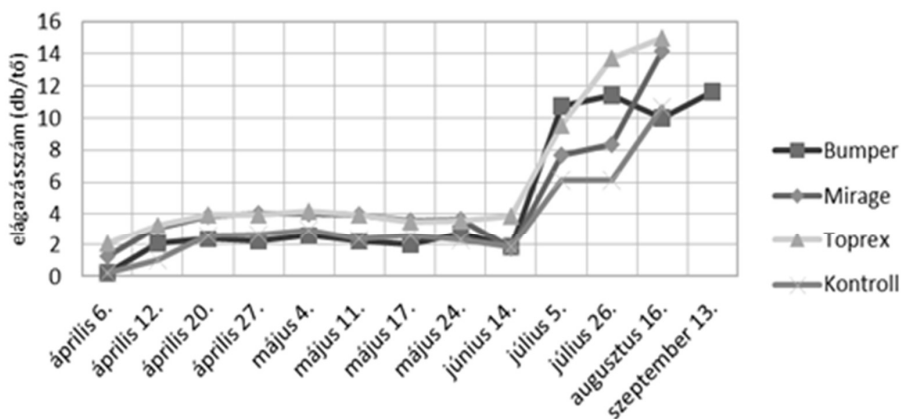
A kiültetés előtt egy pár nappal a legintenzívebben virágzó növények a Toprex-szel kezelt állomány közül kerültek ki. Ezzel a törpésítő szerrel kezelt növények szignifikánsan is több virágot produkáltak, mint a többi kezelésben lévő dísznövények.

A szabadföldön mért eredmények már azt mutatják, hogy a Mirage-zsal és a Toprex-szel kezelt állomány szignifikánsan több virágot adott, mint a kezeletlen állomány növényei.

### 3.2.3. Vegyszerek hatása a *Petunia x hybrida* elágazásainak számára

A legtöbb elágazást, az egész tenyészidőszakot tekintve, a Toprex növekedésszabályozó szer eredményezte. A legtöbb elágazást a *Petunia x hybrida* a kiültetést követően, a szabadföldön hozta (8. ábra).

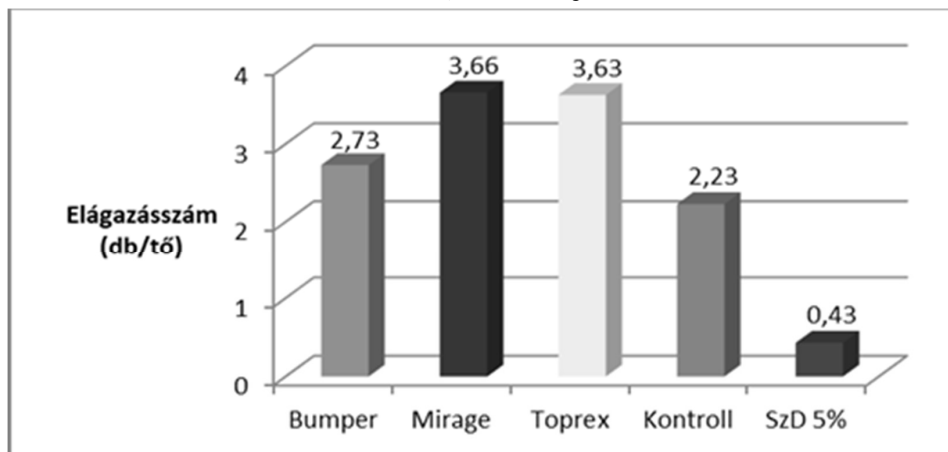
## 8. ábra: Vegyszerek hatása a Petunia x hybrida elágazásainak számára



Forrás: A szerző saját szerkesztése.

A palántanevelés utolsó (május) hónapjában a Toprex és a Mirage-zsal kezelt növények voltak szignifikánsan a legelágazóbbak. A Bumper-rel kezelt növények és a kontroll növényekre nézve is kialakult szignifikáns különbség (9. ábra).

## 9. ábra: Vegyszerek hatása a Petunia x hybrida elágazásainak számára (Kecskemét, 2017. május 24.)



Forrás: A szerző saját szerkesztése.

A szabadföldre kiültetett dísnövények kezelése közül a Toprex még mindig a legbokrosabb növényeket eredményezte, ám ebben az esetben már nem tudtunk szignifikáns különbséget kimutatni.

## 4. Következtetések

### 4.1. Növénymagasság

A 2016-os kísérlet alapján a Bumper és a Mirage sem adott megfelelő mértékű törpésítést. A palántanevelés során a kontroll állománynál a gombaölő szerrel kezelt növények csak egy kicsivel lettek alacsonyabbak ez az eredmény nem változott a kiültetést követően sem.

2017. évi kísérletben a Toprex-szel kezelt növények szignifikánsan alacsonyabbak voltak, mint a Bumper-rel és a Mirage-zsal kezelt állományok. Kísérletünk alapján a Petunia x hybrida törpésítésére a legalkalmasabb készítmény a Toprex, de a Bumper-es kezelés is alacsony növényeket eredményezett.

### 4.2. Virágok száma

A virágszám változatosan alakult 2016. évi tenyészidőszak során, a Mirage-zsal és a Bumper-rel kezelt állomány virágzása a palántanevelés idején gyengébb volt, mint a kontroll növényeké, majd a kiültetést követően több virágot eredményeztek, mint a kezeletlen állomány.

A virághozam 2017-ben mindhárom szernél magasabb volt, mint a kontrollnál a szabadföldi kiültetést követően, a Mirage és a Toprex vegyszerek hatására szignifikánsan több virágot hoztak a növények a kezeletlen állományhoz képest, viszont a palántanevelés idején a Mirage fejlesztette a legkevesebb virágszámot, a Toprex-szel kezelt növények pedig szignifikánsan több virágot hoztak, mint a Mirage és a Bumper állománya.

Összességében a Toprex nyújtotta a legtöbb virágot.

### 4.3. Elágazások száma

2016-ban a palántanevelés végén a Bumper-rel kezelt állomány növényei hozták a legtöbb elágazást, ettől kevesebb elágazást eredményezett a Mirage. A kiültetés után a Mirage-zsal kezelt állomány adta szignifikánsan a legbokrosabb növényeket a kontroll és a Bumper állományához képest. A Bumper kezdeti hatása nem bizonyult tartósnak.

2017. évi kísérletben az elágazások száma a palántanevelés alatt a Mirage-zsal kezelt állomány, kiültetés után pedig a Toprex-szel kezelt dísznövényeknél volt a legnagyobb.

A gazdagon elágazó Petuniákat a Toprex hatása eredményezte.

A elért eredményekből következik, hogy a vegyszerek hatása függ a kezelés időpontjától, ugyanis a 2017. évi kísérlet során a vegyszerek kijuttatása korábbi növénystádiumban történt, mint 2016-ban, így a növekedésszabályozó szerek hatása jobban tudott érvényesülni az egyes növények habitusára.

## Irodalomjegyzék

- Algeier W. (2015): Növekedésszabályozás tudatosan. *Kertészet és szőlészet*, 64 (34): 26–27.  
Anonym (2012): Calibrachoa kurz und kompakt gehalten. *Deutsche Gartenbau*, (5): 62.  
Banco, T. J. (2004). Potential additive growth regulator effects of triazole fungicides on PGT treated bedding plants. *The Quarterly – The Plant Growth Regulation Society of America*, 32 (2): 61.

- Basra A.S. (ed). (2000): *Plant Growth Regulation in Agriculture and Horticulture*. Haworth Press, New York, London, Oxford
- Honfi P., Tillyné Mándy A. (2011): *Korszerű kertészet. Modern dísznövénytermesztés és kereskedelem*. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest
- Köbli V., Honfi P., Felszner Z., Tillyné Mándy A. (2010): The Influence of Fungicides as Growth Retardant on the Growth and Flowering of *Ismelia carinata* Schousb. Bulletin UASVM, *Horticulture*. 359–363.
- Merényi A. (2008): Helykihasználás növekedésszabályozókkal. *Kertészet és szőlészet*, 57 (7): 25.
- Ocskó Z. (2009): Engedélyezett növényvédő szerek fontosabb adatai és felhasználási területük. In: Szabadi G. (szerk.): *Növényvédő szerek, termésnövelő anyagok 2009*. I. kötet, Budapest, Agrinex Bt.
- Pap E. (2004): Könnyű, mint az egyszeregy: növekedésszabályozás. *Kertészet és szőlészet*, 53 (51–52): 18–19.
- Whipker B. E., Latimer J. (2013): Wide Assortment of Available PGRs. In: *Grower Talks. Plant Growth Regulator Guide*. 2–4.



## KÉTEZER ÉVES KERTKULTÚRÁNK GYÖKEREI

Surányi Dezső

**Absztrakt:** Cs. Sebestyén Károly (1938) így vélekedett a nagy ázsiai füvespusztákról: „Steppevirágok milliói egyszerre nyílnak a langyos tavaszi legelőkön, tulipán, ökörfarkkóró, szarkaláb, rekettye, gyöngyvirág, fríszfélék, harangvirág, ibolya és csillagfű díszítik ilyenkor a steppe zöld szőnyegét tarka színpompában... Legszebb és a steppén a legjellemzőbb a tulipánfélék sokasága. Nem lehet csodálkozni azon a legmagasabb fokig emelkedő lelkesedésen, amellyel a steppelakók ezt az évről évre visszatérő természeti csodát köszöntik és fogadják... virágzó legelőnek mondják.” László Gyula professzor a Népszavában az előbbi idézetre reagált a Régészeti és népművészet című írásában 1983-ban. „Leglényegesebb velejében újat hozó része ennek a rövid tanulmánynak Árpád magyarjainak virágszeretetről szól és keresi az utat az újkorig, úri hímzésekig, azok népi változataig, a bútorok, edények, korszak örökségéig, de említést tesz virágénekeinkről és leányaink, asszonyaink virágneveiről is... a virágok szépségét tekintve némák forrásaink.” Jelen tanulmány szerzőjének fontos volt mindkét tudósna a gondolata, mert előképét adják a honfoglalók genetikailag birtokolt, a vándorlásuk során megismert és a Kárpát-medencében tovább bővülő természetismeretének.

**Abstract:** Károly Cs. Sebestyén (1938) commented on the great grasslands of Asia as follows: „Millions of steppe flowers open simultaneously on the lukewarm spring pastures, with tulips, oxtail, magpies, radishes, lilies of the valley, irises, bellflowers, violets and dandelions adorning the green carpet of the steppe in variegated colours. The most beautiful and the most characteristic of the steppe is the multitude of tulips. One should not be surprised at the enthusiasm that rises to the highest degree with which steppe dwellers greet and receive this natural wonder that returns from year to year... it is said to be a flowering pasture.” In her newspaper Népszava, Professor Gyula László responded to the former citation in her 1983 article Archeology and Folk Art. The most important and new part of this short study is about the flower love of the Hungarians of Árpád and seeks the way to the modern age, gentleman's embroidery, their folk version, the heritage of furniture, dishes and jugs. But The most important and new part of this short study is about the flower love of the Hungarians of Árpád and seeks the way to the modern age, gentleman's embroidery, their folk version, the heritage of furniture, dishes and jugs. The idea of both scholars was important to the author of the present study, because it gives a foretaste of the natural knowledge of the conquerors, genetically possessed, learned during their migration and further expanding in the Carpathian Basin.

*Kulcsszavak:* sztyeppei természet, Árpád-kor kertkultúrája, virágok honosítása és nemesítése

*Keywords:* steppe nature, horticulture of the Arpadian era, introduction and breeding of flowers

### 1. Bevezetés

A sztyeppék sohasem voltak némák, gazdag állatviláguk, egymással kapcsolatban álló népcsoportok és különféle természeti jelenségek (földrengések, áradások, szélviharok, zivatarok stb.) adták össze a jelenségeket. A hosszú vándorutak és a szálláshelyek a természet ismeretét jelentették, miközben különféle nyelvi, vallási és kulturális közegekkel kerültünk kapcsolatba. Ezzel is magyarázható népünk eredetének tisztázatlan kérdései, sajnos, azokat ismételtelen politikai-ideológiai síkra terelik. Államiságunkat, s az anyagi kultúránkat vitathatatlanul a nyugati kereszténység határozta meg, ezzel egyre távolabb kerültünk a nomád természeti kultúráktól, nevezetesen a sámánista és különféle keleti vallásoktól, de a korai keresztény (manicheus, nesztoriánus), judaista (kazár) és legkorábbi iszlám

befolyásoktól, viszont annak emlékei tovább élnek (vö. Lükő G., László Gy., Erdélyi Zs. kutatásaival). „A szent és a profán” (Eliade, 1968) a magyarság számára a Kárpát-medencében vált sorskérdéssé: a terület birtoklása, az orientáció megválasztása, országépítés folyamata).

A megtelepülés hosszú és még mindig sok részletében alig világos eseményei, az bizonyos, Árpád népét a Kárpát-medence meghatározó tényezőjévé tették. A Kárpátok hegykoszorúja, az Alpok és az Adria körbezárta nagy tája – megfelelő hatalommal és szervezettséggel bíró népességnek biztonságot adott. 320 ezer km<sup>2</sup> területe több biommal írható le, de a sztyeppen vándorlásunk emlékei megmaradtak, a kereszténység nem törölte ki az emlékezetből. Ez a sztyeppék igazi üzenete, a maga nomád gazdálkodási szokásaival együtt.

A vadvirágok emléke megmaradt a népünkben, hisz’ a Kárpát-medence a legnyugatibb sztyeppe, ahol hasonló fajok, vagy kultikus hagyományok megmaradhattak IX. század táján, így a pipacs, búzavirág, kamilla bizonyosan megjelentek a kertekben. Jelen tanulmány a csemői Kováts Zoltán emlékülés előadása alapján készült, a neves virágnemesítő a sztyepei virágok világát gazdagította – teremtmő módon, újvilági (préri) virágfajok- és fajták sokaságával, mert a Duna-Tisza közti homok és az amerikai préri ökológiai hasonlósága miatt alkalmas lett a száraz homoktalajok hasznosítására. Ahogy a kora Árpád-korban a genetikailag birtokolt, szerzett és itt talált természet képe ihlető volt, a legújabb korban az anyagi bázis továbbra is elsőbbséget élvez a nemesítés révén.

Eleinte a vadon élő egyéves, majd a kétéves és az évelő virágok is teret nyertek, ami a szálláshelyek tartóssága nagyban befolyásolt. De több évszázadig megmaradt a természetesség a kertekben – ami máig ugyancsak megfigyelhető. A tulipán jellemző példa egy ősi jelleg tovább élésének. A vad tulipán-fajok szinte az őshazától kezdve kísérték vándorlásainkat. A virágok hol a természetben, hol a népművészetben jelentek meg. A tulipán az egyik érdekes faj-csoport, megvolt a képe egy hegyoldalban (*1a. ábra*), a tágas sztyeppén (*1b. ábra*), vagy a tulipános láda képében (*1c. ábra*).

A vad tulipánok példája azért jó, mert kedveltségét egy nomád nép is tudta kiélni, mivel a sztyepei vadvirágok – nem több mint gyűjtése – nem volt elegendő a megújulásukhoz, ami a gyógyító hatású (menták, zsályák, kamilla, mályva, zilíz stb.) és a táplálkozást segítő (fűszer) növényeknél (sáfrány, tárkony, ruta, zeller stb.) már bizonyos tekintetben a szaporításnak (főleg a maggyűjtéshez) és vele a fajok életmódjának ismerete is szükséges volt.

**1. ábra: A tulipán (évelő hagymás faj) a természetben (a: Tulipán-hegy, b: Virágzás a sztyepén) és a népművészetben (c: Tulipános láda, XIX. sz. közepe)**



Forrás: tajikistan\_pic\_06



Forrás: dd-restaurant.ru



Forrás: Creator: Picasa 2.0

## 2. A Kárpát-medence elfoglalása, a honfoglalás utáni szőlőtermesztés

A népesség nagysága, erős hatalmi felépítése, helyes politikai és vallási orientációja sem biztosította volna a Kárpát-medence tartós birtoklását, ha nincs a magyarságnak alapvető tudása, évszázadok során összegyűjtött tapasztalatai a természetről és Közép-Európában a korábban itt élő népcsoportok hatása nem adódott volna össze. A nagy táj természeti, történeti és ökológiai jellemzőit kutatásaink alapján a következőkben foglalhatjuk össze:

- a) Jól körülhatárolt nagytáj hegykoszorúval és az Adriával övezve
- b) Mérsékelt térszíni viszonyok: életre és gazdálkodásra alkalmas
- c) Évezredek egyre nagyobb népesedése a föld igénybevételét segítette
- d) Nagy népességcsoportok folyamatos ittlétét akadályozták a honfoglalók
- e) A tájökológiai alkalmasság miatt sok népcsoportnak célpontja volt
- f) Szinte az utolsó eljegesedés végétől jellemző az emberi kultúra
- g) De alapvetően a gazdasági kultúra tette versenyképessé a nagytájat
- h) Eszközhasználat gyors fejlődése, korai technikai forradalom
- i) Számos keleti, déli és nyugati hatás érte a Kárpát-medencét
- j) A táplálék előállító képesség az itteni és behozott javaknak összelete
- k) A korai bronzkortól már számottevő az agrártermelés
- l) A kelta, majd a római kori hatások a mai napig érezhetők
- m) A legnyugatibb sztyeppe elfoglalása döntő a honfoglalásban
- n) A mainál okosabb külpolitika a teljes kereszténységet befogadta
- o) Dominánsan a nyugati szerzetesek működése (évszázadokra)
- p) Eredménye: gabona, szőlő-bor, élőállat, színesfémek (nagyhatalom)
- q) Megtorpanások: mongol, török, német, orosz hatásai + mai tétovaságok.

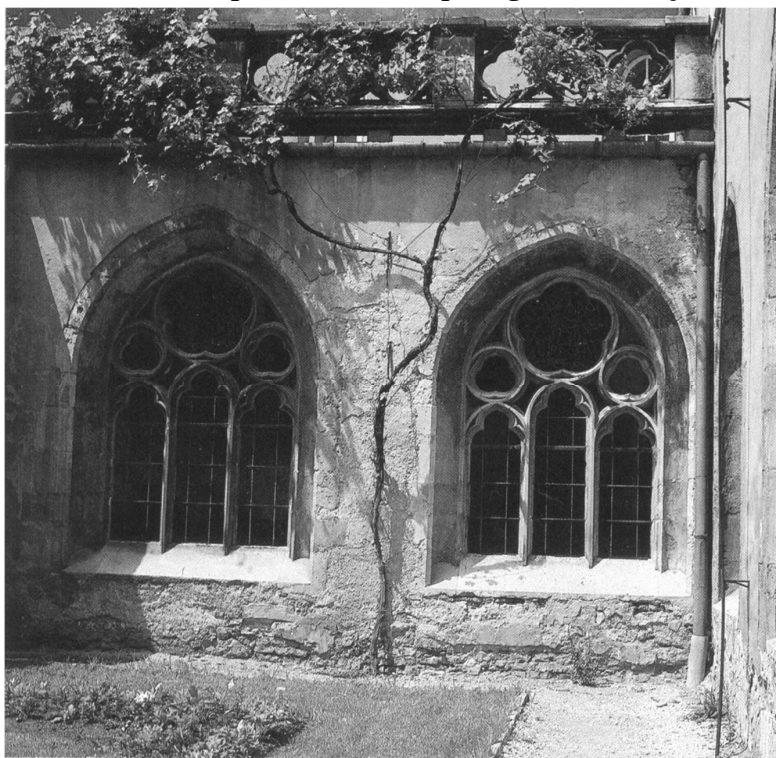
A Kárpát-medence legfőbb létfeltételeit a gabonafélék (tönke, tönköly, alakor; továbbá a köles és egyéb kása növények), a legeltető állattartás, az erdők biztosította faféleségek és vadak gazdagsága, valamint a nagy folyóvizek halbősége biztosították (Bulla–Mendöl, 1947). Amiben hiány volt, az elegendő tiszta (főleg forrás) víz. A nyugati kereszténységet vállalva, a Szent István-i állam számára a vízszükséglet biztosítása a legnagyobb feladatot jelentette. A nagyobb folyók iszapos medre, főleg a gyakori áradások idején és mély kutak hiánya miatt újszerűen kellett az ivóvizet biztosítani. Noha a szent (templomi) (vö. Török, 2002) és profán (a hétköznapi) szükségletét a szőlő termesztésének elősegítése szolgálta, de nem gátolta a művelését.

Igaz, a szőlő kultúrája nem a honfoglalással vette kezdetét, Kazáriában, Levédiában s Etelközben is volt szőlő (vö. Bencsik Z. és Bencsik F., 2002). A pannóniai (Gyulai, 2002) és a szerémségi szőlő-és bor (Hevesi, 2002), vagy a Tokaj-hegyi termesztés (Anonymus 1200 k.) ugyan adhatott volna követésre alkalmas modellt, de országos igényt csak később, a Nyugatról érkezett bencések példáin tanult szolganép tudta megtanítani eleinket. Takács (2001) és a szerzőtársai bőséges példával szolgáltak, 1001-ben kelt pannonhalmi okiratban már olvashatunk szőlőterület adományozásáról. A szőlőtermesztés etalon jellegét az is adja, hogy a monostori szőlőkben nemcsak a szőlő, hanem más kultúrák (mint a gabonafélék,

zöldségek és a sokféle virág) termesztésének szakszerű módszereit el tudta a szolganép sajátítani.

Nézetünk szerint a bencés közösségek működése mintagazdasági példaként is értelmezhető (Surányi, 2009). Így Pannonhalma 996 után, Zalavár 1019 körül, Bakonybél 1030 táján, és Tihany 1055-ben alapított közösségei a szőlő-és bor, általánosan pedig a kertészeti műveltség iránymutató helyei voltak (2. ábra).

2. ábra: A pannonhalmi főapátság kvadraturája



### 3. A virágok új funkciója

Hervay (2001) jegyzékét és térképét kiegészítve, látszik, hogy a szerzetesek gazdasági szakértői értették az ökológiai kérdésekhez, a bencés monostori szőlők a Kárpát-medencében az ún. Moesz-vonal alá tartoztak, amely a szőlőtermesztés és a kertészkedés számára kedvező területet jelölte ki (Surányi, 2009). Olyan fontos helyeket nem is hagyhatunk figyelmen kívül, mint Somló-hegy, Celldömölk környéke, vagy Somogyvár és Zalavár gazdasága. De egyoldalúan tekintenék a múltunkra, ha a cisztercita (1232), a pálosok 1250 körül), vagy a ferencesek (1232 után) és a jezsuiták (XVI. sz.-i) kertészeti érdemeit elhallgatnánk. Mint Rapaics (1932 és 1940) is számba vette a legkorábbi szójegyzékeket, vagy a Pray-kódex 27 virágot említett. „Virágos kert vala / Híres Pannónia / Mely kertet öntöze / Híven

szűz Mária...” – okkal idézhető régi, Szent István királyhoz intézett énekünk 5. versszaka (Puskely, 1995).

**3. ábra: Boldogasszony papucsja (orchidea-faj) a Bükkben**



Még a XVI. században (pl. Péchy Lukácsnál), sőt még a Posoni Kert-ben (1664-1667) is a virágok nyilvánvaló szakrális tartalmat fejeztek ki, noha táplálkozási szempontból alapvető haszonnövényeken kívül a virágok mind a világi (királyi, főúri, várbeli), mind a közösségi terekben gyakran „csak” esztétikai tartalmat jelenítettek meg. Bár a virágok kettős szerepe: gyógynövények, fűszerek és díszek, a halotti kultuszban viszont önálló szerephez kerültek.

Többféle díszkerti forma bontakozott ki, a késő gót és reneszánsz korban számtalan módon fordul elő, amit a festmények, olykor könyv díszítmények megerősítettek. A világi virágkultúra egyre színesebb lett, a szerzetes közösségekben inkább megmaradt a gyakorlatias felhasználás (oltárdísz, gyógyító és fűszernövények). Visszautalva a szőlőtermesztő szerzetesi közösségekre, hogy megérthessük az alföldi és jobbágyi virághasználatot, Hervay (2001) tanulmányából olyan, Tisza menti monostori helyeket emeltünk ki, amelyek bizonyára hatással lehettek a Cegléd környéki (csemői, nyársapáti, kocséri, györgyei) virág szeretetre. Külön csoportot képeztek a pusztai monostorok a Közép-és Dél-Tisza szakaszán: Körű (1212), Péter (1219), Szer (1233), Dorozsma (1237), Martonos (1237), Salamon (1237), Pordány (1247), Tömpös (1256), Pál (1258), Adorján (1271), Ellés (1306), Tomaj (1322), Tét (1380) és Monostorsáp (1484).

A kertgazdálkodás súlypontja a népesség növekedése, a fogyasztási szükségletek, a belső és külpiazi igények, továbbá a háborús események miatt a világi szférára helyeződött át (Surányi, 1985). A királyi hatalom, a földesúri és egyházi birtokok szükséglete még akkor sem csökkent, hogyha a természetbeli adók, robotok, de a piacok árucserélő szerepe megnőtt. A gabonafélék, a borszállítás, az élőállatok eladása, különösen az export révén a gazdaságot megszilárdították – a

színesfémek (arany, ezüst, réz) eladásával együtt. Visegrádon, Budán szép kertek – sokféle virággal a gazdagságot és a jó ízlést hirdették.

**4. ábra: A várkertek szépségükkel és népes számú jelenlétével tűntek ki**



Forrás: regi tankonyvtar.hu

Buda rendezettsége és kertjei már nemcsak a központi hatalom lehetőségeit, hanem a megerősödött polgárság szerepét is bizonyította. A budai piacok portékáinak vonzereje a Felvidék, a Dunántúl és a Duna-Tisza köze népét eladóként-vásárlóként Budára hozta.

**5. ábra: Buda látképe a mohácsi csatavesztés előtti időkből**



Forrás: Nürnbergi Krónika 1493

A tatárjárás a népességet megtizedelése, valamint a településekben és javakban nagy veszteség érte az országot, de a részleges újraterelítés és újjáépítés még másfél évszázados fejlődést biztosított. De a Magyar Királyság az oszmán hódításnak nem volt képes ellenállni: a 150 éves hódoltság leginkább az államapparátus széthúzása, a népesség jelentős részének elvesztése, az addig virágzó gazdaság és települési szerkezet átforgalmazása a török birodalmi érdekeknek megfelelően, a közepes nagyhatalmi helyzetünknek végét hozta. Még városaink arculata is török jellegű lett a hódoltsági területeken, igaz, a kertészeti kultúránk nemcsak keleti, hanem újvilági növényfajokkal gazdagodott – ezt kedvezőnek is tekinthetjük (vö. Takáts, 1917).

Miközben a török megszállás az ország nagy részén, de Erdélyt is érintve – számtalan kárt okozott, a felívelő virág- és gyümölcstermesztés mellett, az adóalapot növelő szőlő- és bor kultúrát nem gátolták. A portának ugyanis tetemes bevételei adódtak a borkészítésből, vagyis a vallási tilalmakat kijátszották az akce-szedők (Szakály, 1990). A hagyományos borkészítést a 6. ábra jól mutatja, megjegyezve, hogy e módszer nemcsak a pór-virágok népszerűsége tetőpontján, hanem a XIX. század végéig megmaradt.

6. ábra: Szőlőszüret közösségi módon

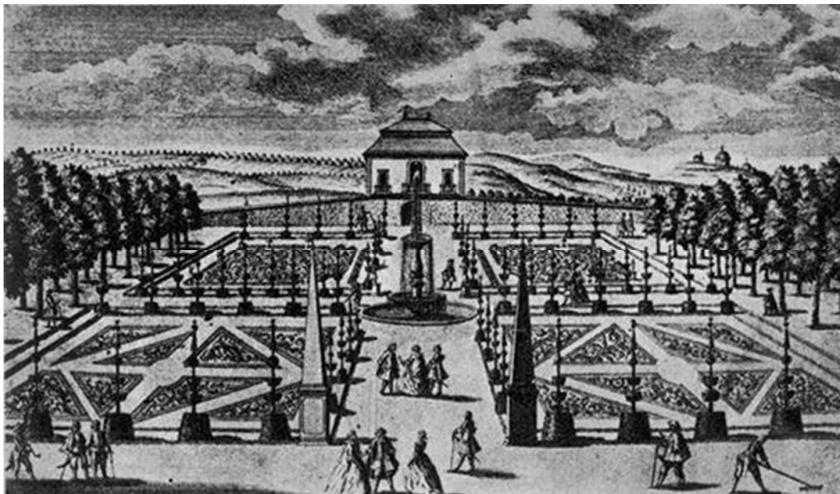


Forrás: Musée de Cluny, Paris

Kelet-Nyugat világának értékes virágait az esztergomi érsek Prímási kertjében gyűjtötték össze. Főleg Lippay György nagyfokú érdeklődése – és öccsének, Lippay Jánosnak nagy munkája eredményeként, Európa-hírű botanikus kert az újraegyesült országban mintául szolgált. A Pisoni kert (1664-1667) még kétszáz év múltán is használatos volt.



## 7. ábra: A Prímási kert egykor Pozsonyban

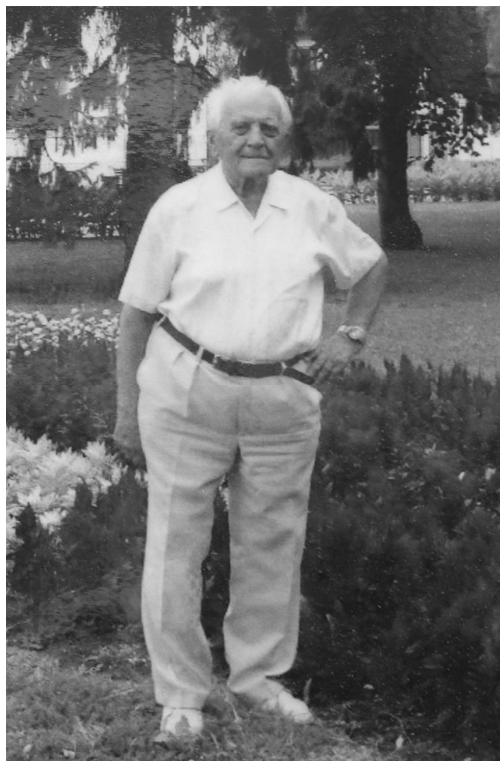


Forrás: régi tankönyvtár.hu

#### 4. Múlt és jövő – a virágokban

A szőlészet és a kertészet élőnövényekkel foglalkozik, mégsem jelenti azt, hogy a divatok, uralkodó trendek, amit a klímaváltozás is befolyásolhat, ne hoznának változásokat a termesztett fajokban. A hazai a meglévő fajok ismeretére támaszkodott, a táplálékot adó fajok esetében is. Láttuk, hogy a szőlő sem volt ismeretlen számunkra, de a régmúlt korszerűsége a nyugati gazdasági és szakrális ismeretekre is támaszkodott. Főleg a tatárjárás utáni újjáépítés, a reneszánsz befolyásoló szerepe, majd a török hódoltság időszaka már tengerentúli fajok meghonosodását is eredményezte. A virágos Pannónia nem tűnt el, részben a hagyományos kertek, a háborítatlan őstermesztet számos virágos növényt figyelmébe fogadta. A régi kerti virágainak nagyszámú fajt befogadtak, különösképpen érvényes ez az élő növényekre és természetesen a fás alkotúakra.

A Kováts-féle nemesítési koncepció magába foglalta a honos és ökológiailag ide telepíthető, honosított fajokat is. Kováts Zoltán életműve abban nagyszámú nemesített fajban és fajtában mérhető, amit főleg a nyári virágok körében adott az országnak. Mára külföldnek is. A nemesített fajtái a következő fajokat jelentették: bazsalikom (5), bojtocska (4), büdöske (10), csenkesz (2), dália (2), díszdohány (1), egynyári mályva (15), fehérserleg (1), indián dohányvirág (2), izsóp (3), kakascímer (10), kender (1), kerti pillangóvirág (3), kokárdavirág (3), körömvirág (1), kutyatej (1), mályva (1), mályvarózsa (6), mexikói napvirág (3), napraforgó (1), oroszslánszaj (11), őszirózsa (48), paprikavirág (1), porcsin (2), ricinus (6), rozsnok (2), sáfrányos szeklice (1), sóvirág (2) és vasfű (2). Együtt 29 faj 150 szín- és alakbeli fajtája (Surányi, 2014), közülük 7 nálunk, 9 Dél-Európában és 13 Amerikában, így jogos volt az a nemesítői elképzelés, hogy az eurázsiai sztyeppek, az amerikai préri és pampák honos fajai sikeresen termesztetők hazánkban is.

8. ábra: **Prof. Dr. Kováts Zoltán (1924-2010)**

## 5. Összegezés

A tanulmány egy virágjaitól híressé vált kistelepülés, Csemő sikerességét vizsgálta. Látszólag távoli történeti, ökológiai és gazdasági tényezőkben keresve meg a magyarázatot. Ugyanis az ottani munka példaértékű, modell lehet másfelé is. Nyitott ugyan az őshaza földrajzi behatárolása, a szerző azonban fontos szerepet tulajdonított népünk hosszú vándorlásának, amit a populáció és vezetőinek ereje a képességeiket segítettek kibontakozni. A sztyeppék világát alaposan megismerhettük, a kenyeret és kását adó növények, a szőlő megismerése, biztos anyagi kultúrát teremtett. A sztyepei talaj feltörés egyszerűsítette a termőföld megszerzését, fához pedig az erdős sztyeppen jutottak. A hosszú szálú füvek a tulok, a rövid füvek a lovak és juhok számára biztosított legelőt.

A sztyepei helyzet végül a Kárpát-medencébe szorította Árpád népét, a meglévő és a szerzett természetismeret gazdagodott az itt és alattvalóvá is vált népcsoportok tudásával. A föld gazdaságát a hegyek kincsei is növelték, színesfémekben a közben nagyhatalommá lett Magyar Királyságot még erősebb politikai és gazdasági országgá tette. A nyugati szerzetesek, elsősorban a bencések eleinte a szőlő, majd egyéb kertészeti kultúrákat is szolgálták. Tehették, mert a királyi hatalom más szerzetes közösségeket is támogatott, akik a szakrális kultúrát és a világot egyaránt segítették.

A szőlő-és borkultúra azért sem volt elhanyagolható, mert tiszta természetes vizekben szegény volt az ország, a folyóink parttalan folyása a gyakori áradások miatt egészségtelen volt. A borfogasztás ezért nemcsak liturgikus, hanem hétköznapi célú szerepet is betöltött. A szőlő-és borkultúránk fegyelmezett munkát követelt, ami kihatott mindenféle más növényfaj és az állattartás egészére. A mongol invázió, majd a török hódoltság drámai változásokat hozott: népesség-és gazdasági pusztulás, népességcsere, ami a Habsburg-hatalom idején is folytatódott.

De népünkben megvolt az újrakezdés képesség – nem egyszer a történelemben -, a török időkben soha nem látott számú növényfajt és módszert ismertünk meg, és váltak oly mértékben hazaivá, amihez hasonló gyors honosítást csak a legképzettebb biológusok, nemesítők tudtak végrehajtani. Kováts Zoltán életműve e sorba tartozik, így már nemcsak Pannónia, hanem Hungaria is virágos lehet...

9. ábra: Csemő virágpompában



## Irodalomjegyzék

- Anonymus (1200 k.): *Gesta Hungarorum* ford. Pais D. 1977. Magyar Helikon, Budapest.
- Benyák Z. – Benyák F. (szerk.) (2002): *Borok és korok. Bepillantás a bor kultúrtörténetébe*. 2. kiadás. Hermész Kör, Budapest.
- Bulla B. – Mendöl T. (1947): *A Kárpát-medence földrajza*. Egyetemi Nyomda, Budapest.
- Eliade, M. (1968): *A szent és a profán* ford. Berényi G. Helikon Kiadó, Budapest.
- Erdélyi Zs. (1913): *Hegyet hágék, lőtőt lépék...* Kalligram Kiadó, Pozsony-Budapest.
- Gyulai F. (2002): A Kárpát-medencei szőlő- és borkultúra régészeti-növényzeti emlékei. In: *Borok és korok. Bepillantás a bor kultúrtörténetébe*. pp. 101–114.
- Hervay F. L. (2001): A bencések és apátságai története a középkori Magyarországon. In: Takács I. (főszerk.) (2001): *Paradisum plantavit*. pp.461–547.
- Hevesi A. (2002): A szőlő- és borvidékeink történeti földrajza. In: *Borok és korok. Bepillantás a bor kultúrtörténetébe*. pp. 95–100.
- László Gy. 1944. *A honfoglaló magyar nép élete*. Magyar Élet Kiadása, Budapest.
- László Gy. (1983): Régészet és népművészet. *Népszava* 111. 95. sz.

- Lippay J. (1664-1667): *Posoni kert*. Cosmerovius Mété, Nagyszombat-Bécs.
- Lükő G. (1942): *A magyar lélek formái*. Exodus Kadó, Budapest.
- Pécsi L. (1591): *Az Keresztyen Szvzeknec Tiszteseges koszoroia*. Nagyszombat.
- Puskely M. (1995): *Keresztény szerzetesség. Történelmi kalauz I-II*. Bencés Kiadó, Budapest.
- Rapaics R. (1932): *A magyarság virágai*. Kir. Magyar Term. tud. Társ., Budapest.
- Rapaics R. (1940): *Magyar kertek. A kertművészet Magyarországon*. Kir. Magyar Egyet. Nyomda, Budapest.
- Schedel (*Nürnbergi krónika*). Reprint. New York, 1966.
- Surányi D. (1985): *Kerti növények regénye*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Surányi D. (2009): Bencés szőlőbirtokok és a szőlőművelés a Kárpát-medencében (történeti-ökológiai adalékokkal). *Agrártört. Szemle* 50 (1–4): 37–70.
- Surányi D. (2014): Dr. Kováts Zoltán virágos édenkertje. *Csemő* 2014. aug. 29.
- Surányi D. (2020): „Paradisum plantavit”. Kétezer éves kertkultúránk gyökerei. Dr. Kováts Zoltán emlékülés, *Csemő* 2020. aug. 14.
- Szakály F. (1990): *Virágkor és hanyatlás 1440-1711*. Háttér Lap- és Könyvkiadó, Budapest.
- Takács I. (főszerk.) (2001): *Paradisum plantavit*. Pannonhalmi Főapátság, Pannonhalma.
- Takáts S. (1917): *Rajzok a török világból I-III. köt.* Magyar Tudományos Akadémia, Budapest.
- Török J. (2002): A bor a kereszténység liturgiájában. In: *Borok és korok. Bepillantás a bor kultúrtörténetébe*. pp. 62–72.

## ALMA TÁJFAJTÁK ÁSVÁNYI AGYAG-TARTALMA

Király Ildikó – Kovács Gyula – Hüvely Attila – Pető Judit

**Absztrakt:** Kutatásunkban arra kerestük a választ, hogy a népi gyógyászatban a tájfajtáknak tulajdonított egészségvédő értékek alátámaszthatók-e laboratóriumi vizsgálatokkal. Kísérleteinkben nyolc alma tájfajta ásványi anyag-tartalmát vizsgáltuk. Az alma tájfajták friss gyümölcsének foszfor-, kálium-, és kalcium-tartalma a legtöbb fajtánál jelentősen meghaladta a szakirodalomban közölt átlag értékeket. A magnézium és a mikroelemek mennyisége a szakirodalom által közölt tartományokba esett.

**Abstract:** In our research, we sought to answer the question whether the health-protecting values attributed to land varieties in folk medicine can be substantiated by laboratory analyses. In our experiments, mineral element content of eight apple land varieties was examined. The phosphorus, potassium, and calcium contents of fresh fruit of the apple land varieties were significantly higher than the average values reported in the literature. The amounts of magnesium and micro elements were within the ranges reported in the literature.

**Kulcsszavak:** régi almafajták, *Malus × domestica*, ásványi elem, funkcionális élelmiszer, egészségvédő érték

**Keywords:** old apple varieties, *Malus × domestica*, mineral elements, functional food, health-promoting effect

### 1. Bevezetés

#### 1.1. A régi almafajták és tájfajták jelentősége

Több tízezer almafajta ismert világszerte, de az üzemi gyümölcstermesztés fajtahasználata dominálón 5-10 fajtára, illetve azok mutánsaira korlátozódik, és a fajtahasználat országonként részben eltérő. A régi gyümölcsfajtáink és tájfajtáink nem állják meg helyüket a nagyüzemi termesztésben, de helyi piacokon és frissfogyasztásban jelentős szereppel bírhatnak.

Az idős gyümölcsösökben helyenként még fellelhető régi, ill. tájfajták jelentős genetikai és kulturális értéket képviselnek, melyek kiemelt fontosságúak a biodiverzitás megőrzése szempontjából. Az idős szórványgyümölcsösök állapota azonban nagyon leromlott, amióta a régi tulajdonosok felhagytak a művelésükkel. A metszetlen, kaszálatlan ültetvények állapota évről évre egyre rosszabb (Tóth, 2005a). A régi fajták in situ megőrzése csak nehezen megoldható a környezeti és antropogén tényezők miatt. Ex situ megőrzés lehetséges újonnan létesített tájgyümölcsösben, tankertekben, vagy növényi génbankokban. Magyarországon számos állami és magán gyümölcs génbank létezik (Szabó, 2014).

Surányi (2002) *Gyümölcsöző sokféleség* című könyvében a tudományos, gazdasági és társadalmi-kulturális hatásuk szempontjából értékeli a régi fajták, helyi változatok előnyeit és hátrányait. Összességében megállapítja, hogy a történelmi és tájfajták használata növeli a biodiverzitást, hozzájárul a táj- és természetvédelem sikerességéhez, egészségesebb táplálékot biztosít, és az elmaradott térségek népessége számára pedig jobb megélhetést kínál.

Almafajták morfológiai jellemzéséről viszonylag sok pomológiai szakkönyv áll rendelkezésre (Angyal, 1926, Bereczki, 1877, 1882, 1884, 1887, Brózik–Régus, 1957, Nagy-Tóth, 1998, Soltész, 2014, Surányi, 2002), melyek egy része a XIX. században keletkezett. A közös történelmi múltunkra tekintettel néhány szomszédos országban írt pomológiai munkában is megtalálható néhány magyar alfajta leírása (Bordeianu et al., 1964, Stoll, 1888).

Kevés szakcikk és tanulmány foglalkozik a régi magyar fajtákkal, ezek elsősorban a génbanki gyűjteményekben vagy szórványgyümölcsösökben végzett morfológiai, fenológiai vagy rezisztencia vizsgálatok eredményeit közlik (Bálint et al., 2013, Tóth, 2005a, 2005b, Király-Tóth 2009a, 2009b, Király, 2013, Király et al., 2012, 2015, Szani, 2002, 2011, Tóth-Szani, 2004).

Szani (2014) Palócföld nyugati határterületén, Ambrus et al. (2014) Őrség és Göcsej tájegységeken végzett gyűjtési munka eredményét mutatja be könyvében.

## 1.2. Az alma egészségvédő értékei

Az alma egész évben fogyasztható, népszerű gyümölcs, az egészséges táplálkozás szerves része. Az alma víztartalma 90%, szénhidrátartalma 9–14%, ezért energiatartalma is alacsony, 31 kcal, azaz 130 kJ, így diétázók, fogyókúrázók is korlátlanul fogyaszthatják. A szénhidrát összetétele nagyon kedvező, többsége fruktóz (60%) (Souci et al., 2008; Tóth, 2009). Kedvező glükóz–fruktóz aránya miatt az alma rendszeres fogyasztása stabilizálja a vércukorszintet, kontrollált mennyiségben a cukorbeteg is fogyaszthatja. Magas rost- és pektintartalma (0,8% és 1,3%) miatt is kiváló étrendi és egészségvédő (méregtelenítő, salakképző) hatással bír. A szerves savak közül legnagyobb arányú az almasav, s előfordul még citromsav, borostyánkősav, foszforsav, klorogénsav. Az ásványi anyagok közül kálium, kalcium, magnézium, foszfor és mikroelemek fordulnak elő számottevő mennyiségben (Tóth, 2009). Az alma gyümölcsének magas anitoxidáns- és polifenol-tartalma jelentős szerepet tölt be az oxidatív stressz okozta károsodások elleni védelemben (Eberhardt et al., 2000). Az alma vitamin- és ásványi anyag tartalmát a Ficzek (2012) által készített táblázat alapján mutatjuk be (*1. táblázat*).

Tájfajtáink közül számos fajta egyedi beltartalmi értékkel, speciális felhasználási területtel bír, ami lehetővé tette, hogy ezek a fajták napjainkban is fennmaradjanak. Beltartalmi és egészségvédő értékeik (pl. kiemelkedő polifenol-tartalom) miatt funkcionális élelmiszerként is felhasználhatók (Csapó et al., 2019, Tóth et al., 2005, Komonyi, 2010, Racskó et al., 2005, Papp et al., 2011, Ficzek et al., 2017, Király et al., 2019, Király et al., 2020).

Vizsgálatainkban olyan, főleg nyugat-magyarországi alma tájfajták szerepeltek, melyek népgyógyászati szerepük miatt – mint funkcionális élelmiszerek – kiemelkedőek lehetnek. Jelen tanulmányban a gyümölcsök makro- (N, P, K, Ca, Mg) és mikroelem- (Fe, Mn, Zn, Cu, B) tartalmát vizsgáltuk.

**1. táblázat: Az almagyümölcs beltartalmi értékei 100 g ehető részre vonatkoztatva**

<b>Összetevők</b>	<b>Rodler, 2005</b>	<b>Souci et al., 2008</b>
Energia kJ (kcal)	130 (31)	228 (54)
Víz	90,5	84,9
Szénhidrát (g)	7,0	11,4
Sav (g)	0,4	0,46
Fehérje (g)	0,4	0,34
Élelmirost	3,7	2,02
Zsír	nincs adat	0,58
<b>Vitaminok:</b>		
Karotin mg	0,05	0,40
E-vitamin ( tokoferol) mg	0,6	0,49
B1-vitamin (tiamin) µg	50	35,00
B2-vitamin µg	50	32,00
Pantoténsav mg	0,09	0,1
B6-vitamin µg	0,07	0,103
Folsav µg	6	7,50
C-vitamin mg	5	12,00
<b>Ásványi anyagok (mg/100g):</b>		
Nátrium	2	1,20
Kálium	112	119,00
Kalcium	5,5	5,30
Magnézium	6	5,40
Vas	0,3	0,24
Foszfor	8,00	11,00
Réz	0,028	0,052
Cink	0,046	0,099
Mangán	0,037	0,046
Kobalt	0,001	0,597
Króm	0,002	0,0041
Nikkel	0,011	0,0024

Forrás: Ficzek (2012)

## 2. Anyag és módszer

### 2.1. Vizsgált fajták

Vizsgálatainkban olyan nyugat-magyarországi tájfajták ('Jóalma', 'Rétesalma', 'Bordás alma', 'Pirosló bőralma', 'Nyári édesalma', 'Piros pogácsa alma', 'Vasalma', 'Kapitány alma') szerepeltek, amelyekhez valamilyen népi gyógyászati hatás társítható. Pl. A 'Jóalma'-t a gyermek születésekor vitték a kismamának, mert azt tartották, ha ezt fogyasztja, nem lesz gyomorfájós a gyerek. A 'Piros pogácsa alma'-t fogyaszthatják cukorbeteg is. A vizsgált tájfajták nem találhatók meg az érvényes Nemzeti Fajtajegyzékben, a fajták többsége tipikus göcseji tájfajtának tekinthető.

Nyolc alma tájfajta makro- és mikroelem-tartalmát hasonlítottuk össze a kontroll 'Golden Delicious' gyümölcsével. A tájfajták gyümölcsmintái Kovács Gyula pörszombati génbankjából származtak, ahol vadalanyú fákkal hagyományos

gazdálkodást folytatnak. A ‘Golden Delicious’ két mintáját vizsgáltuk: a pórszombati génbankból, hagyományos gazdálkodásból származót, valamint egy kereskedelmi forgalomban kapható, vélhetően üzemi termesztésből származót.

A gyümölcsök jellemzése, felhasználhatósága megtalálható a Kovács Gyula által üzemeltetett Tündérkert weboldalon (Kovács, 2020) és az Őrség és Göcsej hagyományos almafajtái című könyvben (Ambrus et al., 2014). A fenti művekből kigyűjtöttük a vizsgált fajták felhasználhatóságát (2. táblázat). A 2. táblázatban ismertetjük a mintagyűjtés idejét is.

**2. táblázat: Vizsgált alma tájfajták felhasználhatósága és a mintagyűjtések időpontjai (Pórszombat, 2019)**

Almafajta neve	Felhasználás	Szüret ideje
<i>Koraiérésű</i>		
Jóalma	frissfogyasztás	2019. július 16.
<i>Középérésű</i>		
Rétesalma	frissfogyasztás, kompót, rövid idejű tárolás (2-3 hét), aszalvány, pálinka	2019. szeptember 16.
Bordás alma	frissfogyasztás, légyártás, ecet, bor	2019. szeptember 16.
Pirosló bőralma	frissfogyasztás, aszalvány	2019. szeptember 16.
Nyári édesalma	frissfogyasztás, középhosszú idejű tárolás (2-3 hónap), bor, ecet, pálinka, aszalvány, takarmányozás	2019. szeptember 16.
<i>Késeiérésű</i>		
Piros pogácsa alma	frissfogyasztás, hosszú idejű tárolás (4-5 hónap), bor, ecet, pálinka, takarmányozás	2019. november 4.
Vasalma	kompót, hosszú idejű tárolás (4-5 hónap), ecet, pálinka, takarmányozás	2019. november 4.
Kapitány alma	frissfogyasztás, hosszú idejű tárolás (4-5 hónap), ecet, pálinka, kompót	2019. november 4.
<i>Kontroll</i>		
Golden Delicious (Pórszombat)		2019. november 4.
Golden Delicious		2019. november 8.*
*vásárlás időpontja, kereskedelemről származó minta		

## 2.2. Ásványi anyagok meghatározása

A méréseket 2019-ben végeztük a Neumann János Egyetem, Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar Talaj-és Növényvizsgáló Laboratóriumában. Vizsgáltuk a fajták gyümölcsének szárazanyag-, makro- (N, P, K, Ca, Mg) és mikroelem- (Fe, Mn, Zn, Cu, B) tartalmát. A vizsgálatok alsó méréshatárát, a felhasznált módszereket és készülékeket az 1. ábra tartalmazza. A szárazanyag tartalmat gravimétráson határoztuk meg. A légszáraz, ledarált és homogenizált minták nitrogén tartalmát



Kjeldahl módszerrel határoztuk meg (kénsavas feltárás után acidimetriás titrálást végeztünk). Az egyéb makroelemeket (P, K, Ca, Mg), ill. a mikroelemeket (Fe, Mn, Zn, Cu, B) salétomsavas/hidrogén-peroxidos roncsolást követően, spektrometriásan, határoztuk meg (Horiba Jobin Yvon típusú ICP-OES készüléken). A makroelem-tartalmat g/100g szárazanyag, míg a mikroelem-tartalmat mg/100g szárazanyag értékekben adtuk meg. A gyakorlati hasznosíthatóság érdekében ezeket az értékeket bemutatjuk mg/100g friss gyümölcsre vetítve is.

**1. ábra: Vizsgálatok alsó méréshatára, felhasznált módszerek, készülékek**

Vizsgálat neve	Alsó méréshatár	Vizsgálati módszer	Mérőeszközök	Mérési bizonytalanság (kiterjesztett)
Szárazanyag	1 m/m%	MSZ-08-1783-1:1983	Gyorsmérleg, (AFP2100 tip., AE 23997917 gy.sz.)	± 0,5 relatív %
Nitrogén (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	1000 mg/kg légsz. a.	MSZ-08-1783-6:1983	Vizgóz desztilláló és automata titráló (FOSS Kjeltec 2300 tip., gy.sz.: 378400205)	< 5 000= ± 7,5 relatív % > 5 000= ± 5 relatív %
Foszfor (HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	40 mg/kg légsz.a.	MSZ-08-1783-28:1985	ICP-OES spektrométer (JY ULTIMA 2 tip., gy.sz.: 52040772NE)	< 100= ± 7,5 relatív % > 100= ± 5 relatív %
Kálium (HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	20 mg/kg légsz.a.	MSZ-08-1783-29:1985		< 100= ± 7,5 relatív % > 100= ± 5 relatív %
Kalcium (HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	20 mg/kg légsz.a.	MSZ-08-1783-26:1985		< 100= ± 7,5 relatív % > 100= ± 5 relatív %
Magnézium (HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	10 mg/kg légsz.a.	MSZ-08-1783-27:1985		< 50= ± 7,5 relatív % > 50= ± 5 relatív %
Nátrium (HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	5 mg/kg légsz.a.	MSZ-08-1783-30:1985		< 10= ± 5 relatív % > 10= ± 4 relatív %
Vas (HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	0,5 mg/kg légsz.a.	MSZ-08-1783-31:1985		< 5,0= ± 5 relatív % > 5,0= ± 4 relatív %
Mangán (HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	0,5 mg/kg légsz.a.	MSZ-08-1783-32:1985		< 5,0= ± 5 relatív % > 5,0= ± 4 relatív %
Cink (HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	1,0 mg/kg légsz.a.	MSZ-08-1783-33:1985		< 5,0= ± 5 relatív % > 5,0= ± 4 relatív %
Réz (HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	1,0 mg/kg légsz.a.	MSZ-08-1783-34:1985		< 5,0= ± 5 relatív % > 5,0= ± 4 relatív %
Bór (HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	1,5 mg/kg légsz.a.	MSZ-08-1783-36:1985		< 5,0= ± 5 relatív % > 5,0= ± 4 relatív %
Molibdén (HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	0,5 mg/kg légsz.a.	MSZ-08-1783-35:1985		< 1,0= ± 7,5 relatív % > 1,0= ± 5 relatív %

### 3. Eredmények és értékelésük

Az alma tájfajták légszárazanyag-tartalmát, ill. marko-, és mikroelem-összetételét a 3-6. táblázatokban mutatjuk be. Az alma tájfajták légszárazanyag-tartalma 14,2–18,5 g/100g között változott. A tájfajták marko-, ill. mikroelem-tartalmát légszárazanyag m/m% (3. és 5. táblázat) és friss gyümölcs (4. és 6. táblázat) értékekre átszámítva is megadtuk, de részletes értékelést csak a gyakorlat számára hasznosítható friss gyümölcs ásványi elem-tartalmáról készítettünk. Saját mérési eredményeinket összevetettük az almára vonatkozó hazai és nemzetközi szakirodalomban közöltekkel.

A kalcium és magnézium a legtöbb fajtánál, míg a nátrium az összes fajta esetében alsó méréshatár alatt volt, így ezek pontos mennyiségét nem tudtuk meghatározni. Ahol tudtuk mérni, ott a magnézium-tartalom a korábban mért tartományba esett.

3. táblázat: **Tájfajták légszárazanyag-, és makroelem-tartalma (Pórszombat, 2019)**

Fajta	Légsz.a.tart.	N	P	K	Ca	Mg	Na
	g/100g	g/100g légsz.a.					
Bordás alma	14,2	0,28	0,09	1,04	0,06	0,04	<0,02*
Jóalma	15,0	0,25	0,09	0,67	<0,04*	<0,04*	<0,02*
Kapitányalma	14,3	0,27	0,11	0,98	0,15	0,04	<0,02*
Nyári édesalma	17,9	0,19	0,11	0,67	<0,04*	<0,04*	<0,02*
Piros pogácsaalma	16,3	0,24	0,12	1,19	<0,04*	<0,04*	<0,02*
Pirosuló bőralma	17,8	0,31	0,10	0,58	<0,04*	<0,04*	<0,02*
Rétes alma	15,7	0,20	0,11	0,86	0,13	<0,04*	<0,02*
Vasalma	18,5	0,20	0,10	0,87	<0,04*	<0,04*	<0,02*
Golden Del. (Pórszombat)	14,3	0,33	0,07	1,01	0,10	<0,04*	<0,02*
Golden Del. (kontroll)	13,9	0,27	0,08	0,89	0,05	<0,04*	<0,02*

\*alsó méréshatár alatt

Az alma tájfajták friss gyümölcsének foszfor-, kálium-, és kalcium-tartalma (P: 12,2–19,8; K: 100,0–193,5; Ca: 8,2–21,3 g/100g) a legtöbb fajtánál jelentősen meghaladta az almánál mért korábbi szakirodalmi átlag értékeket. Ezzel szemben a kontroll (üzemi körülmények között termesztett) ‘Golden Delicious’ gyümölcsök makroelem-tartalma közeli értéket mutatott az almára közölt átlagos értékekhez. Az extenzív (pórszombati) és intenzív (kontroll) körülmények között fejlődött ‘Golden Delicious’ gyümölcsök nitrogén-, kálium- és kalcium-tartalma között jelentős különbséget tapasztaltunk, míg a foszfor mennyisége hasonló volt.

4. táblázat: **Alma tájfajták friss gyümölcs makroelem-tartalma (Pórszombat, 2019)**

Fajta	N	P	K	Ca	Mg	Na
	mg/100g friss gyümölcs					
Bordás alma	39,4	12,2	147,4	8,2	5,7	n.a.*
Jóalma	36,9	13,2	100,0	n.a.*	n.a.*	n.a.*
Kapitányalma	38,9	15,5	139,8	21,3	5,7	n.a.*
Nyári édesalma	33,2	19,2	120,9	n.a.*	n.a.*	n.a.*
Piros pogácsaalma	39,2	19,8	193,5	n.a.*	n.a.*	n.a.*
Pirosuló bőralma	54,4	17,4	102,8	n.a.*	n.a.*	n.a.*
Rétes alma	31,8	16,7	134,5	20,8	n.a.*	n.a.*
Vasalma	37,0	17,9	159,8	n.a.*	n.a.*	n.a.*
Golden Del. (Pórszombat)	47,7	9,7	144,2	13,6	n.a.*	n.a.*
Golden Del. (kontroll)	37,9	10,9	124,3	6,4	n.a.*	n.a.*
Szakirodalmi adat (alma) (Rodler, 2005, Souci et al., 2008)	–	8–11	112–119	5,3–5,5	5,4–6,0	1,2–2,0

\*alsó méréshatár alatt

5. táblázat: Alma tájfajták mikroelem-tartalma (mg/100g légsz.a.)  
(Pórszombat, 2019)

Fajta	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	mg/100g légsz.a.				
Bordás alma	2,600	0,275	0,550	<0,100*	1,31
Jóalma	0,851	0,203	0,320	0,288	1,23
Kapitányalma	1,810	0,303	0,654	0,305	1,56
Nyári édesalma	1,220	0,145	0,612	0,246	0,835
Piros pogácsaalma	1,390	0,192	0,459	0,283	0,835
Pirosuló bőralma	1,740	0,201	0,519	0,23	0,834
Rétes alma	1,080	0,138	0,579	0,28	0,753
Vasalma	1,440	0,212	0,497	0,189	0,71
Golden Del. (Pórszombat)	1,170	0,287	0,381	0,128	0,928
Golden Del. (kontroll)	2,420	0,332	0,475	0,279	1,17
*alsó méréshatár alatt					

Az alma tájfajták friss gyümölcsének mikroelem-tartalma (Fe: 0,128–0,368; Mn: 0,030–0,043; Zn: 0,048–0,110; Cu: 0,035–0,046; B: 0,118–0,223 g/100g) a korábbi szakirodalmi közléseknek megfelelő tartományba esett. A két ‘Golden Delicious’ minta mangán, cink, bór értékei hasonlóak voltak, míg a vas- és réz-tartalom a kontroll fajta gyümölcsében kétszeres értéket mutatott, ami valószínűleg a lombtrágyázás, ill. réz-tartalmú szerekkel történő permetezés eredménye.

6. táblázat: Alma tájfajták friss gyümölcs mikroelem-tartalma  
(Pórszombat, 2019)

Fajta	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	mg/100g friss gyümölcs				
Bordás alma	0,368	0,039	0,078	n.a.*	0,186
Jóalma	0,128	0,030	0,048	0,043	0,184
Kapitányalma	0,259	0,043	0,094	0,044	0,223
Nyári édesalma	0,219	0,026	0,110	0,044	0,150
Piros pogácsaalma	0,226	0,031	0,075	0,046	0,136
Pirosuló bőralma	0,310	0,036	0,092	0,041	0,148
Rétes alma	0,170	0,022	0,091	0,044	0,118
Vasalma	0,266	0,039	0,092	0,035	0,131
Golden Del. (Pórszombat)	0,167	0,041	0,054	0,018	0,132
Golden Del. (kontroll)	0,338	0,046	0,066	0,039	0,163
Szakirodalmi adat (alma) (Rodler, 2005, Souci et al., 2008)	0,24–0,3	0,037–0,046	0,046–0,099	0,028–0,052	–
*alsó méréshatár alatt					

#### 4. Következtetések

Az alma tájfajták friss gyümölcsének foszfor-, kálium-, és kalcium-tartalma a legtöbb fajtánál jelentősen meghaladta a szakirodalomban közölt átlag értékeket. A magnézium és a mikroelemek mennyisége a szakirodalom által közölt tartományokba esett. Természetesen a tápanyagok felvehetőségét számos tényező

befolyásolja. A két ‘Golden Delicious’ minta kálium-, kalcium-, vas- és réztartalma jelentős különbséget mutatott. A Göcseji táj kiváló gyümölcsstermesztésre. Mivel a kontroll ‘Golden Delicious’ pontos termőhelyét, ill. termesztési körülményeit nem ismerjük, nem állíthatjuk azt, hogy az eltérést az ökológiai adottságok okozták. Napjainkban a korszerű üzemi almatermesztésben kizárólag gyenge vagy középérésű növekedésű, és ezáltal sekélyen gyökeresedő alanyokat használnak. Ezzel szemben a szórványgyümölcsösök almafái vadalanyúak, melyek jóval mélyebben gyökeresednek, ezért mélyebb talajrétegből is képesek felhozni a tápanyagokat, és ”beépíteni” a föld feletti részekbe, így a gyümölcsbe is. Véleményünk szerint az ásványianyag-tartalom inkább ezért magasabb a szórványgyümölcsösök tájfajtaiban, nem pedig fajtabélyeg.

## Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a kutatás támogatásáért, amely az EFOP-3.6.2-16-2017-00012 „Funkcionális, egészséges és biztonságos élelmiszer termékpálya modell kidolgozása a szántóföldtől az asztalig elv alapján, tematikus kutatási hálózatban” pályázat keretében valósult meg. A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával, a Széchenyi 2020 program keretében valósul meg.

## Irodalomjegyzék

- Ambrus L., Darázi Zs., Dóka L., Halász E., Kovács Gy., Szakné Bor T. (2014): *Őrség és Göcsej hagyományos almafajtái*. Göcsej Természetvédelmi Alapítvány. Pókaszeptek.
- Angyal D. (1926): *Gyümölcsismeret. (Pomológia)* Pátria Irodalmi Vállalat és Nyomdai Rt., Budapest.
- Bálint J., Thiesz R., Nyárádi I.I., Szabó K.A. (2013): Field evaluation of traditional apple cultivars to induced diseases and pests. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 41 (1): 238–243. DOI: <https://doi.org/10.15835/nbha4119004>
- Bereczki M. (1877): *Gyümölcsészeti vázlatok I. Kötet*. Gyulai István nyomdája, Arad.
- Bereczki M. (1882): *Gyümölcsészeti vázlatok II. Kötet*. Gyulai István nyomdája, Arad.
- Bereczki M. (1884): *Gyümölcsészeti vázlatok III. Kötet*. Gyulai István nyomdája, Arad.
- Bereczki M. (1887): *Gyümölcsészeti vázlatok IV. Kötet*. Gyulai István nyomdája, Arad.
- Bordeianu T., Constantinescu N., Péterfi S., Stefan N., Anghel G., Costetch M., Cvasnii D., Miron G., Oros F., Pompeius E., Trandafir V. (1964): *Pomologia Republicii populare Romine II. kötet*. Acad. R.P.R., Bucurest.
- Brózik S., Régius J. (1957): *Termesztett gyümölcsfajtáink I. Almatermésűek*. Alma. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Csapó J., Albert Cs., Szigeti T.J. (2019): Funkcionális élelmiszerek. *Élelmiszervizsgálati közlemények*, 65 (1): 2342-2359. [https://hu.wessling-group.com/fileadmin/user\\_upload/wessling\\_hu/Egyeb/EVIKO/2019\\_1/Wessling\\_EVIK\\_ujsag\\_2019\\_1szam.pdf](https://hu.wessling-group.com/fileadmin/user_upload/wessling_hu/Egyeb/EVIKO/2019_1/Wessling_EVIK_ujsag_2019_1szam.pdf) (2020.11.02.)
- Eberhardt M.V., Lee C.Y., Liu R.H. (2000): Antioxidant activity of fresh apples. *Nature*, (405): 903–904. DOI: <https://doi.org/10.1038/35016151>
- Ficzek G. (2012): *Hazai alma- és meggyfajták humán egészségvédő és felhasználhatósági értékei gyümölcsanalízis alapján*. PhD Értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest. [http://phd.lib.uni-corvinus.hu/613/1/Ficzek\\_Gitta.pdf](http://phd.lib.uni-corvinus.hu/613/1/Ficzek_Gitta.pdf) (2020.11.02.)
- Ficzek G., Nagyistván O., Király I., Papp D., Tóth M. (2017): Fruit quality of old apple cultivars of the Carpathian Basin. *Acta Horticulturae*, (1172): 339–344. DOI: 10.17660/ActaHortic. 2017.1172.63

- Király I. (2013): *Kárpát-medencei almafajták jellemzése pomológiai vizsgálatokkal és mikroszatellit alapú molekuláris markerezéssel*. PhD Értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest. [http://phd.lib.uni-corvinus.hu/716/1/Kiraly\\_Ildiko.pdf](http://phd.lib.uni-corvinus.hu/716/1/Kiraly_Ildiko.pdf) (2020.11.02.)
- Király I., Ficzek G., Tóth M. (2019): Ökológiai termesztésre javasolt régi magyar almafajták beltartalmi értékeinek vizsgálata. In: Kőszegi, Irén Rita (szerk.) *III. Gazdálkodás és Menedzsment Tudományos Konferencia: Versenyképesség és innováció*. Kecskemét, Magyarország. 592–598.
- Király I., Kovács Gy., Bandi A., Lakatos E., Kapcsándi V., Székelyhidi R. (2020): Investigation of the nutritional and health values of apple land varieties. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, Különkiadás I. – 2020. 32–40. [https://hu.wessling-group.com/fileadmin/user\\_upload/wessling\\_hu/Egyeb/EVIKO/2020\\_special\\_adition/EVIKSpecaledition202010.pdf](https://hu.wessling-group.com/fileadmin/user_upload/wessling_hu/Egyeb/EVIKO/2020_special_adition/EVIKSpecaledition202010.pdf) (2020.11.02.)
- Király I., Redeczki R., Erdélyi É., Tóth M. (2012): Morphological and Molecular (SSR) Analysis of Old Apple Cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 40 (1): 269–275. DOI: <https://doi.org/10.15835/nbha4017682>
- Király I., Szabó T., Budainé Veres Á., Tabakovic, A., Tóth M. (2015): Régi magyar almafajták ökológiai termesztésre való alkalmasságának értékelése. *Gradus*, 2 (2): 275–282. [http://gradus.kefo.hu/archive/2015-2/2015\\_2\\_AGR\\_010\\_Kiraly.pdf](http://gradus.kefo.hu/archive/2015-2/2015_2_AGR_010_Kiraly.pdf) (2020.11.02.)
- Király I., Tóth M. (2009a): Újra termesztésbe vonható régi magyar almafajták. *Agrofórum Extra*, 20 (28): 28–29.
- Király I., Tóth M. (2009b): Régi almafajták fogyasztói megítélése gyümölcsbírálat alapján. In: Veisz, O (szerk.) *Hagyomány és haladás a növénynevelésben*: XV. Növénynevelési Tudományos Napok, 238–242.
- Komonyi É. (2010): Kárpátalja tájalmafajtáinak pomológiai leírása. *Acta Beregsasiensis*, 9(1):245–254. [http://epa.oszk.hu/01600/01626/00003/pdf/acta\\_beregsasiensis\\_EPA01626\\_2010\\_01\\_245-254.pdf](http://epa.oszk.hu/01600/01626/00003/pdf/acta_beregsasiensis_EPA01626_2010_01_245-254.pdf) (2020.11.02.)
- Kovács Gyula (2020): *Tündérkertek*. [www.tunderkertek.hu](http://www.tunderkertek.hu). (2020.11.02.)
- Nagy-Tóth F. (1998): *Régi erdélyi almák*. Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár.
- Papp D., Ficzek G., Stégerné Máté M., Nótin B., Király I., Tóth M. (2011): Kárpát-medencei régi almafajták beltartalmi értékei és perspektívái a XXI. század hazai gyümölcsnevelésében. *Kertgazdaság*, 43 (1): 23–27. [http://kertgazdasag.uni-corvinus.hu/fileadmin/user\\_upload/hu/kertesztudomanyi\\_kar/kertgazdasag/files/2011\\_01/2011\\_01\\_Gyumolcstermesztes2.pdf](http://kertgazdasag.uni-corvinus.hu/fileadmin/user_upload/hu/kertesztudomanyi_kar/kertgazdasag/files/2011_01/2011_01_Gyumolcstermesztes2.pdf) (2020.11.02.)
- Racskó J., Szabó T., Soltész M., Szabó Z., Nyéki J. (2005): Régi magyar alma tájfajták gyümölcsmorfológiai és beltartalmi sajátosságai. *Kertgazdaság*, 37 (3): 23–35. [http://kertgazdasag.uni-corvinus.hu/fileadmin/user\\_upload/hu/kertesztudomanyi\\_kar/kertgazdasag/files/2005\\_03/2005\\_03\\_gyumolcstermesztes1.pdf](http://kertgazdasag.uni-corvinus.hu/fileadmin/user_upload/hu/kertesztudomanyi_kar/kertgazdasag/files/2005_03/2005_03_gyumolcstermesztes1.pdf) (2020.11.02.)
- Rodler I. (2005): Új tápanyagtáblázat. Budapest: Medicina Kiadó, 300–302. Cyt. Ficzek G. (2012): *Hazai alma- és meggyfajták humán egészségvédő és felhasználhatósági értékei gyümölcsanalízis alapján*. PhD Értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest. [http://phd.lib.uni-corvinus.hu/613/1/Ficzek\\_Gitta.pdf](http://phd.lib.uni-corvinus.hu/613/1/Ficzek_Gitta.pdf) (2020.11.02.)
- Soltész M. (szerk.) (2014): *Magyar gyümölcsfajták*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Souci S. W., Fachmann W., Kraut H. (2008): Food Composition and nutrition Tables 1989/ 1990. 7th revised and completed edition. *Med. Pharm. Scientific Publishers*, Stuttgart. Cyt. Ficzek G. (2012): *Hazai alma- és meggyfajták humán egészségvédő és felhasználhatósági értékei gyümölcsanalízis alapján*. PhD Értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest. [http://phd.lib.uni-corvinus.hu/613/1/Ficzek\\_Gitta.pdf](http://phd.lib.uni-corvinus.hu/613/1/Ficzek_Gitta.pdf) (2020.11.02.)
- Stoll R. (1888): *Oesterreichisch – Ungarische Pomologie*. Klosterneuburg bei Wien.
- Surányi D. (2002): *Gyümölcsöző sokféleség: Biodiverzitás a gyümölcsstermesztésben*. Akcident Nyomdaipari Kft., Cegléd
- Szabó T. (2014): Gyümölcs génbankok Magyarországon. In: Soltész M. (szerk.) (2014): *Magyar gyümölcsfajták*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

- Szani Zs. (2007): Alma tájfajták táji tagozódása Magyarországon. *Kertgazdaság*, 39 (2): 21–26. [http://kertgazdasag.uni-corvinus.hu/fileadmin/user\\_upload/hu/kertesztudomanyi\\_kar/kertgazdasag/files/2007\\_02/2007\\_02\\_Gyumolcstermesztes.pdf](http://kertgazdasag.uni-corvinus.hu/fileadmin/user_upload/hu/kertesztudomanyi_kar/kertgazdasag/files/2007_02/2007_02_Gyumolcstermesztes.pdf) (2020.11.02.)
- Szani Zs. (2011): *Történelmi alma- és körtefajták a Kárpát-medencében a népi fajtaismeret és -használat tükrében*. PhD Értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest. [http://phd.lib.uni-corvinus.hu/555/1/Szani\\_Zsolt.pdf](http://phd.lib.uni-corvinus.hu/555/1/Szani_Zsolt.pdf) (2020.11.02.)
- Szani Zs. (2014): *Etnopomológia – Népi gyümölcsészet a Palócföld nyugati határterületén*. Zöldutak Módszertani Egyesület. Alsópetény.
- Tóth M. (2005a): A Kárpát-medence régi almafajtáinak felderítése és megmentése. *Kertgazdaság*, 37 (2): 24–29. [http://kertgazdasag.uni-corvinus.hu/fileadmin/user\\_upload/hu/kertesztudomanyi\\_kar/kertgazdasag/files/2005\\_02/2005\\_02\\_gyumolcstermesztes2.pdf](http://kertgazdasag.uni-corvinus.hu/fileadmin/user_upload/hu/kertesztudomanyi_kar/kertgazdasag/files/2005_02/2005_02_gyumolcstermesztes2.pdf) (2020.11.02.)
- Tóth M. (2005b): Régi magyar almafajták mint a rezisztencianemesítés génforrásai és a környezettudatos külterjes gyümölcsök elemei. *Kertgazdaság különszám*, 23–31. [http://kertgazdasag.uni-corvinus.hu/fileadmin/user\\_upload/hu/kertesztudomanyi\\_kar/kertgazdasag/files/2005\\_kulonszam/2005kulonszam\\_gyumolcstermo\\_novenyek2.pdf](http://kertgazdasag.uni-corvinus.hu/fileadmin/user_upload/hu/kertesztudomanyi_kar/kertgazdasag/files/2005_kulonszam/2005kulonszam_gyumolcstermo_novenyek2.pdf) (2020.11.02.)
- Tóth M. (szerk.). (2009): *Gyümölcsfaj- és fajtaismeret*. Egyetemi jegyzet. Budapesti Corvinus Egyetem. Kertészettudományi Kar. Budapest.
- Tóth M., Balikó E., Szani Zs. (2005): Evaluation of fruit quality of old apple cultivars originating from the foot of the Carpathian Mountains, for utilization in breeding and in organic farming, *Int J Hortic Sci*, 11 (3): 15–21. DOI: <https://doi.org/10.31421/IJHS/11/3/593>
- Tóth M., Szani Zs. (2004): Traditional farming within the Carpathian basin – pomaceous fruits. *Int J Hortic Sci*, 10 (3): 15–18. DOI: <https://doi.org/10.31421/IJHS/10/3/497>

## **ÖSSZES SZÍNEZŐANYAG- ÉS KAPSAICIN TARTALOM VIZSGÁLAT A *CAPSICUM ANNUUM* L. VAR. *LONGUM* *GROSSUM* ÉS A *CAPSICUM ANNUUM* CONVAR. *CERASIFORME* L. PAPRIKATÍPUSOKBAN, ELTÉRŐ TERMESZTÉSI MÓDOK ÖSSZEFÜGGÉSÉBEN**

Lantos Ferenc – Fári Fanni – Györgyi Emese – Gyalai Ingrid

**Absztrakt:** Hazánkban a minőségi fűszerpaprika termesztés és nemesítés több mint 100 éves tradícióra nyúlik vissza, mely során a termőterület meghaladta az ezer hektárt. Napjainkban sajnos az összes szabadföldi- és fóliasátras hajtató termőterület ezer hektár alatti. A drasztikusan csökkenő termőterület ellenére a hazai fűszerpaprika minősége továbbra is kiváló, de az egyre csökkenő termésmennyiség a külföldi konkurenciának kedvező feltételeket teremt. Sürgető kérdés tehát a hazai fűszerpaprika termesztés újraértékelése, rendezése, az ágazatot kiegészítő alternatívák kidolgozása. Munkánkban olyan kísérleti fűszer- és cseresznyepaprika fajtákat vizsgáltunk, melyek alkalmassá válhatnak a szabadföldi és a fóliasátras termesztésre egyaránt. Laboratóriumi vizsgálatokat végeztünk az összes színezőanyag és kapszaicin tartalom meghatározásra, azzal a céllal, hogy a kimagasló minőségű fajtatípusokat alternatívaként, a gyógyszerésztudomány figyelmébe ajánljuk.

**Abstract:** Hungary has got more than 100 years quality spice red pepper cultivation and breeding. In this period the total cultivation area was more than ten thousand hectares but it is in present days under thousand hectares only. Despite the drastically declining production area, the quality of domestic red peppers remains excellent, but the diminishing yield favourable marketing conditions for foreign competitors. The revaluation and coordination of the domestic red spice pepper production is our cardinal task. We must develop some alternatives to help the sector. During our research working were spice red pepper and cherry shaped pepper varieties investigated what can become multifunctional species. We determined the total dye stuff and capsaicin content of all varieties, with the aim of bringing them to the attention of pharmacology. It can be an alternative to update of spice red pepper cultivation.

*Kulcsszavak:* összes színezőanyag, kapszaicin, fűszerpaprika, cseresznyepaprika

*Keywords:* total dye stuff, capsaicin, red spice pepper, cherry shaped pepper

### **1. Bevezetés**

A fűszerpaprika örlemények hazánkban a kimagasló minőséget elérő termékek közé sorolhatók. A kiváló minőség eléréséhez azonban szigorúan előírt színanyagkoncentrációval kell rendelkeznie a termésnek. A fűszerpaprika (*Capsicum annuum* L. var. *Longum Grossum*) gazdag karotinanyag összetétele miatt vált népszerűvé az élelmiszeriparban (Tanács, 2005). Ezek közül a legfontosabbak az  $\alpha$ -karotin és  $\beta$ -karotin, a  $\beta$ -kriptoxantin, a violaxantin, a zeaxantin, a lutein, a kapszantin és a kapszorubin (Márkus, 2001). Deli (2001) szerint a paprikafajták karotinoid-összetétele minden típus esetében hasonló, ez csak a paprika színétől függ. Vega-Gálvez et al. (2009) megállapították, hogy a színezőanyag tartalom leginkább az endogén karotinoidoknak tulajdonítható, – leginkább a kapszantin, kapszorubin és a  $\beta$ -karotin – de ezek értéke szorosan összefügg a szárítási hőmérséklettel is. Az örlemény színminőségét egyrészt a karotinoidtartalom, illetve

a színparaméterek alapján értékelik egy nemzetközi ASTA (American Spice Trade Association) mértékegységben (Korkmaz et al., 2020). A Magyar Élelmiszerkönyv (Codex Alimentarius Hungaricus) ehhez igazodva határozta meg a minőségi osztályokat. Különleges: 120 ASTA felett, csemege: 100-120 ASTA, édesnemes: 80-100 ASTA, rózsza: legalább 60-80 ASTA (Lantos et al., 2017).

Az egyik legnépszerűbb hazai csípős jellegű paprikatípus a cseresznyepaprika (*Capsicum annuum* convar. *cerasiforme* L.) termesztés is hasonló gondokkal küzd. A szentesi és kalocsai nemesítésű paprikatípus a kimagasló minőségű kapszaicin tartalmának köszönhetően került az orvos- és gyógyszerésztudomány figyelmébe, fűszeresen csípős jellege miatt vált a legnépszerűbb hazai csípőspaprikává (Jancsó 1967; Szalva, 1976). A kapszaicin a paprikában termelődő csípős anyagok neve. A kapszaicin mindig a kapszaicinoid vegyületsalád többi tagjával együtt található meg (*dihydrocapsaicin*, *nordihydrocapsaicin*, *homodihydro-capsaicin*, *homocapsaicin*, *nonivamide*). A kapszaicinoid vegyületek hő hatására nem változnak, vízben sem oldódnak, tehát rendkívül stabil szerkezetűek (Benett & Kirby 1968; Leete & Loudon, 1968; Fujiwake et al., 1982). A kapszaicin mennyiségét érzékszervi vizsgálat alapján az ún. Scoville-féle csípősségi egységgel (Scoville Heat Unit, SHU) jellemezhetjük (Govindarajan & Sathyanarayana, 1991; Lantos, 2018), de a pontos értékmeghatározást HPLC műszeres vizsgálattal kell elvégezni (Uhl, 1996).

## 2. Anyag és módszer

Az anyagvizsgálatokhoz szükséges eltérő paprikafajokhoz tartozó törzsek teszttermesztését a szentesi székhelyű duna-r Kft. kertészeti kutató telephelyén hajtottuk végre. A paprikatípusokat szabadföldön és fűtés nélküli, talajos fóliahajtatási rendszerben termesztettük a tavaszi-nyári időszakban. A csípős fűszerpaprika (*Capsicum annuum* convar. *longum* L.) törzsben 21 fajtát, a cseresznyepaprika (*Capsicum annuum* convar. *cerasiforme* L.) törzsben 12 fajtát, fajtánként 10-10 növényvel ültettük. A tápanyag-ellátást és az öntözést mindkét termesztési módszer esetében automatikus csöpögtető rendszeren, háromtartályos tápanyag-ellátó berendezés alkalmazásával láttuk el. A palántázást megelőzően a fólia hajtatás és a szabadföldi teszttermesztés helyszínéről talajmintákat vettünk, melyek összetételét ún. bővített talajlaboratóriumi vizsgálatokkal elemeztük (lásd. 1-2. táblázat). A későbbi tápanyag-utánpótlást a kapott eredményekhez igazítva dolgoztuk ki (lásd. 3-4. táblázat). Az öntözővíz hőmérséklete 24 °C, EC 1,2 mS/cm, pH 6,8 enyhén lúgos értékű volt.

A tápanyag-utánpótlást az öntözéssel egyidőben a tenyészidő alatt (szabadföldön 115 nap, fóliahajtatásban 105 nap) naponta 5:45, 8:45, 12:15, 16:15 óra időpontokra programoztuk be. A termések betakarítását mindkét törzs és mindkét termesztési módszer esetében a teljes biológiai érettség állapotában végeztük el. A terméseket az anyagvizsgálatot megelőzően 14 napig tárolóhelyiségben, szobahőmérsékleten (22-24 °C) szárítottuk.

A termések karotin anyagainak és az ASTA-értékének meghatározását a PTE Farmakognóziai Intézet, a kapszaicin tartalom kimutatását az SZTE Orvos Vegytani Intézet laboratóriumában végeztettük el.



A termések összes színezőanyag tartalom, ASTA-érték spektrofotometriás és nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiás meghatározására, az erre rendszeresített MSZ 9681-5, a kapszaicin koncentráció mérésére pedig az MSZ 9681-8 szabványok szerint jártak el. A laboratóriumi vizsgálatokra HPLC berendezést alkalmaztak, minden mérést három ismétlésben végeztek el. A kapott eredmények ezek átlaga.

1. táblázat: A szabadföldi teszttermesztés talajának tápanyagtartalma

EC	pH	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>2</sub> <sup>4</sup>
0,3	6,5	0,8	-	0,01	0,3	0,9	0,25	0,1
mS/cm		mml/l						
	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>B</b>	<b>Cu</b>	<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	<b>Cl<sup>-</sup></b>	<b>Na<sup>+</sup></b>
	17	2,6	1,0	17	1,1	2,56	0,2	1,4
	μm/l	mml/l						

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

2. táblázat: A fóliás hajtató-berendezés talajának tápanyagtartalma

EC	pH	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>2</sub> <sup>4</sup>
0,3	6,8	4,3	-	0,01	0,1	2,5	0,4	0,1
mS/cm		mml/l						
	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>B</b>	<b>Cu</b>	<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	<b>Cl<sup>-</sup></b>	<b>Na<sup>+</sup></b>
	2,0	0,3	1,0	50	0,3	3,61	0,2	2,7
	μm/l	mml/l						

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

3. táblázat: A szabadföldi teszttermesztés tápanyag-utánpótlás összetétele

A tápelem tartály (1000 l vízben)	B tápelem tartály (1000 l vízben)	C tartály (salétromsav)
calcium-nitrát Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 62 kg	kálium-nitrát KNO <sub>3</sub> 26 kg	salétromsav (59%) HNO <sub>3</sub> 13,3 l
Quelatec mikro-elem komplex műtrágya 21 kg	mono-kálium foszfát KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 17 kg	
salétromsav (59%) HNO <sub>3</sub> 1,0 l	magnesium-szulfát MgSO <sub>4</sub> 21 kg	
pH 6,5 EC 1,8 mS/cm	salétromsav (59%) HNO <sub>3</sub> 12,3 l	
	pH 6,5 EC 1,8 mS/cm	

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

4. táblázat: A fóliasátras teszttermesztés tápanyag-utánpótlás összetétele

A tápelem tartály (1000 l vízben)	B tápelem tartály (1000 l vízben)	C tartály (salétromsav)
calcium-nitrát $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 62 kg	kálium-nitrát $\text{KNO}_3$ 26 kg	salétromsav (59%) $\text{HNO}_3$ 13,3 l
Quelatec mikro-elem komplex műtrágya 22 kg	mono-kálium foszfát $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 17 kg	
salétromsav (59%) $\text{HNO}_3$ 1,0 l	magnesium-szulfát $\text{MgSO}_4$ 21 kg	
pH 6,5 EC 1,8 mS/cm	salétromsav (59%) $\text{HNO}_3$ 12,3 l	
	pH 6,5 EC 1,8 mS/cm	

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

### 3. Eredmények és értékelésük

Az anyagvizsgálatok laboratóriumi meghatározásai alapján a következő eredményeket kaptuk:

3.1. A csípős fűszerpaprika (*Capsicum annuum* convar. *longum* L.) törzs összes színezőanyag vizsgálati eredmények:

A csípős fűszerpaprika törzsben a 21 fajta vizsgálata során, az I. osztályú különleges minőség eléréséhez szükséges 120 ASTA érték a szabadföldi és a fóliasátras hajtásban egyaránt, valamennyi fajta esetében mérhető volt.

3.2. A csípős fűszerpaprika (*Capsicum annuum* convar. *longum* L.) törzs kapszaicin tartalmának vizsgálati eredményei:

A csípős fűszerpaprika törzs kapszaicin koncentráció vizsgálata során megállapítottuk, hogy a termesztett 21 fajta esetében a szabadföldön mindössze 7 fajta (az 1, 5, 6, 7, 17, 19, 20, 21 számmal jelölt fajták), a fóliasátras hajtásban pedig 10 fajta (a 7, 9, 10, 11, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21 számmal jelölt fajták) feleltek meg a 0,2 mg/g érték elvárásnak (lásd. 1-2. ábra).

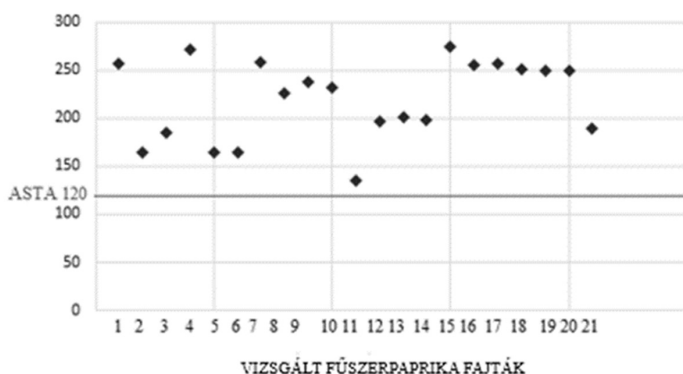
3.3. A cseresznyepaprika (*Capsicum annuum* convar. *cerasiforme* L.) törzs összes színezőanyag vizsgálati eredmények:

A 12 cseresznyepaprika fajta teszttermesztését követően elvégzett összes színezőanyag tartalom vizsgálatokor kiderült, hogy termesztési módszerektől függetlenül, a termésekben igen alacsony szintű – a 80 ASTA értéket sem elérő, a rózsa kategóriába sorolható – színnanyagok termelődtek.

### 3.4. A cseresznyepaprika (*Capsicum annuum* convar. *cerasiforme* L.) törzs kapszaicin tartalmának vizsgálati eredményei:

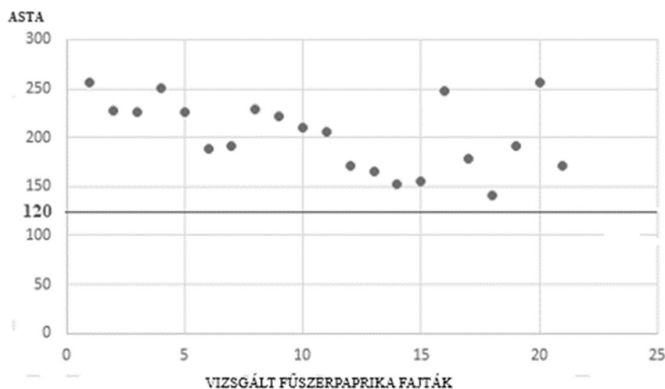
A cseresznyepaprika törzs kapszaicin koncentráció vizsgálata során megállapítottuk, hogy a termesztett 12 fajta esetében a szabadföldön és a fóliasátorban hajtásban egyaránt ugyanazon 9 fajta (az 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 számmal jelölt fajták) felelt meg a 0,2 mg/g érték elvárásnak. A fajták kapszaicin tartalmának értékei között csak kisebb, jelentéktelen eltérések voltak mérhetők (lásd. 3. ábra).

#### 1. ábra: A Szabadföldön termesztett 21 fűszerpaprika fajta ASTA eredményei



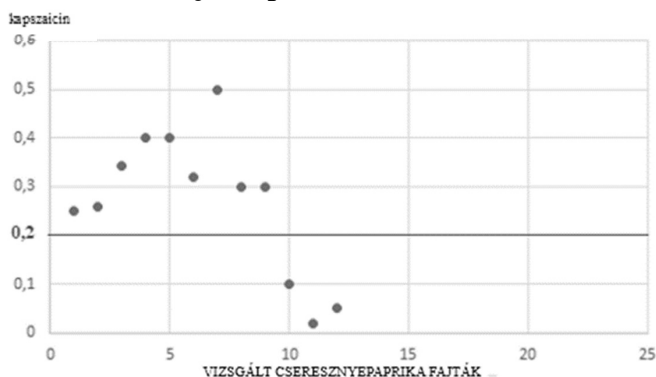
Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

#### 2. ábra: A fóliasátorban hajtattott 21 fűszerpaprika fajta ASTA eredményei



Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

### 3. ábra: A szabadföldön és fóliasátorban termesztett 12 cseresznyepaprika fajta kapszaicin tartalma



Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

### 4. Következtetések, összegzés, záró megjegyzések, záró gondolatok

A duna-r Kft. paprikakutató telephelyén elvégzett tesztermesztéseink és anyagvizsgálati laboratóriumi eredményeink alapján a következő meghatározásokra jutottunk.

Megállapítást nyert, hogy a dél-alföldi, szentesi talajtani és meteorológiai viszonyok mellett, mind a fűszer- és a cseresznyepaprika nagy biztonsággal termesztethető, hajtatható, amely során a legmagasabb minőségi elvárásoknak megfelelő paprikákat állíthatunk elő.

A kutatásunk során az is megállapítható volt, hogy az egyes kísérleti fajták a szabadföldön és a fűtés nélküli fóliahajtásban egyaránt kimagasló értékű, de termesztéstől függően eltérő ASTA színezőanyag tartalommal rendelkezhetnek. Ugyanakkor azt is tapasztaltuk, hogy egyes vizsgált fűszerpaprika fajták azonos ASTA-értéket mutattak, de a kapszaicin tartalmuk lényegesen eltérő volt (lásd. 7, 17, 19, 20, 21 számmal jelölt fajták). Ezeket a fajtákat javasoltuk szelekcióra és további nemesítésre. Ezáltal ún. kettős termesztetőségű fűszerpaprika fajtákat állíthatnánk elő. Ezek későbbi köztermesztésbe vonása növelhetné a hazai fűszerpaprika fóliasátras hajtató felületének mértékét!

Megállapítottuk továbbá, hogy általában a cseresznyepaprika alkalmatlan az ételkészítés színezésére, mivel bennük csak igen alacsony szintű színezőanyagok termelődnek! A paprikák kapszaicin tartalom viszonylatában a vizsgált 12 cseresznyepaprikából 9 fajta koncentráció és minőség tekintetében teljes egységet mutatott. Ezek természetesen további nemesítésre javasoltak, ugyanakkor felhívtuk a gyógyszerésztudomány figyelmét a paprikákból kivonható kapszaicin farmakognóziailag jelentőségére!

### Köszönetnyilvánítás

Munkánk sikeres kivitelezésében köszönetet mondunk mindazon kollégáknak, akik önkéntes módon folyamatosan elvégezték a szabadföldi és fóliasátras hajtatás

munkafázisait, valamint mindazoknak, akik hozzájárultak a laboratóriumi mérésekhez!

## Irodalomjegyzék

- Bennett DJ., Kirby GW. (1968): Constitution and biosynthesis of capsaicin. *J Chem Soc C* 4:442–446.
- Deli J. (2001): *Paprikakarotinoidok vizsgálata: analízis, izolálás, szerkezetazonosítás*. Akadémiai doktori értekezés, Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar, Orvosi Kémiai Intézet, Pécs. pp. 18–23.
- Fujiwake H., Suzuki T., Oka S., Iwai K. (1980). "Enzymatic formation of capsaicinoid from vanillylamine and iso-type fatty acids by cell-free extracts of *Capsicum annuum* var. *annuum* cv. Karayatsubusa". *Agricultural and Biological Chemistry*. 44: 2907–2912 pp.
- Govindarajan V. S., Sathyanarayana M. N., (1991): "Capsicum-production, technology, chemistry, and quality. Part V. Impact on physiology, pharmacology, nutrition, and metabolism; structure, pungency, pain, and desensitization sequences". *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 29 (6): 435–74. doi:10.1080/10408399109527536. PMID 2039598.
- Jancsó, M., Jancsó G. A., Szolcsányi J. (1967): Direct evidence for neurogenic inflammation and its prevention by denervation and by pre-treatment with capsaicin. *Br. J. Pharmacol. Chemother.* 31: 138–151 pp.
- Korkmaz A., Ferit Atasoy A., Adnan H. A. (2020): The effects of production methods on the color characteristics, capsaicinoid content and antioxidant capacity of pepper spices (*C. annuum* L.). *Food Chemistry*. Volume 341, Part 2, 30 March 2021, 128184. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030881462032046X> (2020.10.20.)
- Lantos F., Fári F., Györgyi E. (2017): Investigation and studying of the biochemical effect of carotene dyestuff materials and capsaicin in special spice pepper (*Capsicum annuum* convar. *longum* L.) varieties. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 4 (64). pp. 225–231. ISSN 2226-1184
- Lantos F. (szerk.) (2018): *Capsicum genus*. Szentes Városért Közalapítvány, duna-r Vetőmag Kft, Szentes. pp. 59–60, 86–89. ISBN 978-615-00-3030-2
- Leete E., Loudon MC. (1968): "Biosynthesis of capsaicin and dihydrocapsaicin in *Capsicum frutescens*". *J Am Chem Soc.* 90 (24): 6837–6841. doi:10.1021/ja01026a049. PMID 5687710.
- Magyar Élelmiszerkönyv - Codex Alimentarius Hungaricus 2-211 számú irányelv. [https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/e/3b/a2000/2-211\\_2016-06-09.pdf](https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/e/3b/a2000/2-211_2016-06-09.pdf) (2020.10.21)
- Márkus F., Kapitány J. (2001): *A fűszerpaprika termesztése és feldolgozása*. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.
- Szalva P. (szerk.) (1976): *Zöldség fajtaismertető*. Vetőmag Vállalat Kutató Állomása, Szentes.
- Tanács L. (szerk.) (2005): *Élelmiszer-ipari anyagismeret*. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
- Ula S. (1996): Fire and Spice. *Food Product Design*. [www.foodproductdesign.com/archive/1996/0596DE.html](http://www.foodproductdesign.com/archive/1996/0596DE.html) (2020.10.23.)
- Vega-Gálvez A., Di Scala K., Rodriguez K., Lemus-Mondarcar R., Miranda M., López J., Perez-Won M. (2009): Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annuum*, L. var. *Hungarian*). *Food Chemistry* 117 (2009) 647–653. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814609005275> (2020.10.18.)



## EGY LEHETŐSÉG A FEHÉRJE NÖVÉNYEK VETÉSTERÜLETÉNEK NÖVELÉSÉRE

Kristó István – Vályi-Nagy Marianna – Jancsó Katinka – Irmes Katalin –  
Rácz Attila – Tar Melinda

**Absztrakt:** Magyarországon a vetésszerkezet az elmúlt két évtizedben leegyszerűsödött, ami agronómiai szempontból vetésváltási, növényvédelmi és talajművelési problémát okozhat, gazdasági szempontból pedig kiszolgáltatottá teszi növénytermesztésünket. Szükséges tehát a jelenlegi gabona túlsúlyos vetésszerkezetünk fokozatos diverzifikációja, például a fehérjenövények vetésterületének növelésével. A fehérjenövények vetésterület-növelésének az egyik lehetősége a növénytársítás. Növénytársítási vizsgálatainkat a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Növénytermesztési Önálló Kutatási Osztályának Szeged–Óthalmi Kísérleti Telepén állítottuk be. A 10m<sup>2</sup>-es kísérleti parcellákon, 4 ismétlésben, 2 őszi búza fajtával (GK Szilárd, Cellule) és 2 borsófajtával (Aviron, Enduro) végeztük a kísérletet. Minden fajta, minden társítási kombinációját 2-2 csíraszámmal vetettük el. Megállapítható, hogy a búza és borsó tiszta vetéséhez képest a társításos termesztésben mindkét faj terméshozama külön-külön kevesebb lett. Ezzel szemben bizonyos társítási kombinációk magasabb jövedelmet eredményeztek, mint a tiszta vetések.

**Abstract:** In Hungary sowing structure was simplified in the last 2 decades, which causes problems from an agronomic point of view in crop rotation, plant protection and tillage. Furthermore from economic aspect this decreasing process makes vulnerable our plant production. It was required the grain sowing structure diversification in a gradual form because of its excessive importance. One of which to increase the sown area of protein plants, for example plant association. Our investigations were made in the National Agricultural Research and Innovation Centre, the Department of Field Crop Research in the Experimental Site of Szeged-Óthalom. Experimental plots were 10m<sup>2</sup>, in 4 repeats, with 2 winter wheat species (GK Szilárd, Cellule) and 2 field pea species (Aviron, Enduro). We use 2 different number of seed in every species in every combination. As a result of the comparison of winter wheat and field pea sowing together or alone, both of these 2 species yield were less in plant association. However, it were combinations, which gives higher income than single sowing.

*Kulcsszavak:* őszi búza, őszi borsó, növénytársítás, vetéssűrűség, termésmennyiség

*Keywords:* winter wheat, field pea, plant association, sowing density, yield

### 1. Bevezetés

A hazai vetésszerkezet az elmúlt két évtizedben végtelenül leegyszerűsödött. A szántóterület meghatározó részén (85%-án) öt növény termesztése folyik (kukorica, búza, napraforgó, árpa, repce) (Pepó és Sárvári, 2011). Az egyoldalú gabonatermesztés előnyös a géppark, vagy részben agronómiai szempontokból, ugyanakkor vetésváltási, ezáltal növényvédelmi és talajművelési problémát okozhat (Antal, 2005a). Továbbá azzal a veszéllyel fenyeget, hogy – számos fejlődő országhoz hasonlóan – az egyoldalú növénytermesztési struktúra kiszolgáltatottá teszi az országot (Pepó és Sárvári, 2011).

Szükségesnek látszik tehát a jelenlegi gabona túlsúlyos vetésszerkezetünk fokozatos diverzifikációja elsősorban az olaj-, hüvelyes- és takarmánynövények vetésterületének növelésével. Az 1960-as években bekövetkezett erőteljes mezőgazdasági fejlődés eredményeképpen a nagy terméspotenciálú

gabonanövények termése megháromszorozódott, ennek következtében az abrakigényes állatfajok tartása növekedett (sertés, baromfi), ami a fehérjepótlás megnőtt igényét vonta maga után. A hazai vetésszerkezet, illetve hüvelyes vetésterület nagysága azonban nem tette lehetővé a fehérjeszükséglet kielégítését (Bocz, 1996). A helyzet mára sem változott, hazánk önellátottsága 15-20%, így ma is fehérje importra szorul. Fehérjetakarmány származhat állati fehérjéből, melynek felhasználása korlátozott, rovarfehérjéből, mely ma még nem igazán elterjedt, és fehérjenövényekből is. A fehérjenövények közül a világon, és Magyarországon is a legnagyobb arányban a szóját termesztik, de egyéb alternatív hüvelyesek is szóba jöhetnek, mint a borsó, lóbab, csillagfürt, csicseriborsó, szegletes lednek. A fehérje behozataltól való függőség kiváltása érdekében fontos feladattá vált a hüvelyes növények területének és hozamának hazai növelése. A támogatások hatására megfigyelhető, hogy a szója területe eleinte megnőtt, majd a rákövetkező években csökkenésnek indult. Ennek oka egyrészt a gazdálkodók termelési szaktudásának hiányában, másrészt a klíma és talaj adottságokban keresendők (Popp et al., 2015). A hazai fehérje önellátás mértékének növelése érdekében mindenképp figyelembe kell vennünk a termőhely adottságait, és ennek megfelelő fehérjenövényt kell választanunk.

A kisebb területen termesztett fehérjenövények közül egyik lehetséges alternatíva a borsó, amely a hüvelyesek közül a második legnagyobb termést adja a világon (Antal, 2005b). Magyarországon területe 20-35 ezer hektár között változik, 1,5-2,3 t/ha termésátlaggal. Magas fehérjetartalma miatt takarmánykeverékeknek, különböző tápoknak alkotórésze és zöldtakarmánnyként is értékes növény. A hazai vetésszerkezetben a borsó jelentősége a jó elővetemény-hatásban mutatkozik meg. Kímélően hat a talaj vízháztartására, a talaj mikrobiológiai életét serkenti, csökkenti a gabonafélék gombás megbetegedését, valamint az ezzel összefüggő talajfertőzős potenciálját (Radics, 2002).

A növénytermesztés speciális módszere a növénytársítás, amikor két vagy több növényt együtt vetve, termesztve és betakarítva azok előnyös tulajdonságait próbáljuk kihasználni. A növénytársításban a gabonafélék főként támasztó szerepet töltenek be, a hüvelyesek pedig nitrogéngyűjtésükkel segítik az együtt termesztést.

Nemzetközi szinten számos publikáció született gabonanövények és hüvelyesek időben és térben együttvetésével kapcsolatban. Már a 80-as évek közepén végeztek kísérleteket őszi búza és árpa, borsóval való együttes vetésére, azzal a céllal, hogy javítsák az őszi borsó termésmennyiségét. Murray és Swensen (1985) különböző arányú keverékeket alkalmazott kísérleteiben. Azt tapasztalta, hogy az őszi borsó 27%-kal több termést hozott 3:1 arányú borsó: gabona alkalmazása mellett, viszont a gabona terméshozama 60%-ára esett vissza 3:1 rész gabona: borsó esetén. Vetés és betakarítás tekintetében kompatibilisnek ítélte a két kultúrát, valamint a rostálás is könnyen megoldható volt. Fujita et al. (1992) szintén kiemelte a gabonafélék és hüvelyes növények előnyös párosítását szárazanyag termelés és szemhozam tekintetében, amely által így magasabb értékeket kapott, mint önmagukban az egyes kultúrákban. Megállapította, hogy a nitrogén szállítása hüvelyes növényből a gabonanövénybe növeli annak hozamát, és hatékonyabbá teszi a nitrogén



felhasználást. Lithourgidis et al. (2011) kísérletében búza, rozs és tritikálé borsóval való keverékét hasonlította össze, a gabonák önmagukban történő termesztésükkel. A keverékeknél ugyan csekélyebb növekedési erélyt tapasztaltak, a szárazanyag tartalom és a nyers fehérje tartalom azonban jelentős mértékben nőtt, ezáltal jobb minőségű abrak jött létre, amely új alternatívát nyújthat a gazdálkodók számára. Hauggaard-nielsen et al. (2006) ugyancsak a fehérje tartalom növekedését emelte ki őszi búza borsóval való együttes termesztése során, amely kedvezőleg hatott a kenyérgyártás szempontjából is. Tosti és Guiducci (2010) szerint a gabonafélék és hüvelyesek növénytársítása bevált gyakorlat a nitrogén felhasználás javítása, valamint a kártevők visszaszorítása és az árvalék elfojtása szempontjából is.

Feltételezésünk szerint a gabonafélék és hüvelyesek együttes termesztésével a vetésszerkezetet oly módon javíthatjuk, hogy a hüvelyes vetésterületet növeljük, a termőterületek biodiverzitását serkentjük, a gabonafélék nitrogén ellátását csökkenteni tudjuk, miközben a gabonafélék beltartalmi paraméterei és mennyiségi mutatói stabilak maradnak. A téma számos tápanyagellátási, vetésváltási, faj és fajtahasználati, csíraszám, vetésidő és gyomirtási kérdést vet fel.

## 2. Anyag és módszer

Növénytársítási vizsgálatainkat a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Növénytermesztési Önálló Kutatási Osztályának Szeged–Óthalmi Kísérleti Telepén állítottuk be. A 10m<sup>2</sup>-es kísérleti parcellákon, 4 ismétlésben, 2 őszi búza fajtaival (GK Szilárd, Cellule) és 2 borsó fajtaival (Aviron, Enduro) végeztük a kísérletet.

Minden őszi búza és borsó fajtát 2-2 csíraszámmal vetettük el (Lásd: 1. táblázat). Az őszi búza esetén az 5 millió csíra/ha vetéssűrűséget tekintettük 100%-nak, az őszi borsó esetén pedig az 1 millió csíra/ha-t. Kísérletünkben a 60%-os vetőmagmennyiség őszi búzához 3 millió csíra/ha, az őszi borsóhoz 600 ezer csíra/ha vetőmagmennyiséget jelentett. A búza-borsó növénytársítás optimális vetési arányának kiderítése érdekében a 100%-os és 60%-os vetésnormák minden variációját beállítottuk vizsgálatunkban.

1. táblázat: Növénytársítás során alkalmazott csíraszámok és azok egymáshoz viszonyított aránya

		Őszi borsó csíraszám		
		0 millió csíra/ha	0,6 millió csíra/ha	1 millió csíra/ha
Őszi búza csíraszám	0 millió csíra/ha	-	0:60	0:100
	3 millió csíra/ha	60:0	60:60	60:100
	5 millió csíra/ha	100:0	100:60	100:100

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

A vizsgálat során kapott terméshozamokat egytényezős varianciaanalízissel elemeztük és értékeltük. Növénytársítási vizsgálataink során ugyan kisparcellás modellkísérletet végeztünk, mégis a terméshozamok, a terményárak, a támogatás, valamint a termelési költségek ismeretében hektáronkénti jövedelmezőséget kalkuláltunk az együtt-termesztési technológiák gazdasági összehasonlíthatósága érdekében.

### 3. Eredmények és értékelésük

A különböző csíraszámmal vetett őszi búza fajták terméshozamát a tiszta és növénytársítási kezelésekben a 2. táblázatban tanulmányozhatjuk. 3 millió csíra/ha-os vetéssűrűség esetén a GK Szilárd 6,07 t/ha terméshozamot. A 3 millió csíra/ha-os GK Szilárd tiszta vetéséhez képest minden társnövényes kezelésről szignifikánsan kevesebb őszi búzát takarítottunk be. Az Aviron és Enduro borsó fajták 600 ezer csíra/ha-os vetéssűrűségével együtt termesztve a 3 millió csíra/ha-os GK Szilárdot csaknem 18%-os terméshozamcsökkenést könyvelhettünk el. A GK Szilárd 3 millió csíra/ha és Aviron 1 millió csíra/ha vetőmagkeveréke esetén érték el a legkevesebb terméshozamot. Ebben az esetben a tiszta vetéshez képest 22%-kal kevesebb hozamot észleltünk.

A 3 millió csíra/ha-os Cellule tiszta vetése esetén 6,87 t/ha búzát takarítottunk be. Azonban, ha ezt együtt vetjük 600 ezer csíra/ha-os Enduro borsóval, a búzahozamunk kevesebb lesz 1,15 t/ha mennyiséggel. Ha ugyanezt Aviron borsóval párosítjuk 600 ezer csíra/ha-os vetőmagmennyiségben, akkor az eredményünk 1,5 t/ha-ral kevesebb lesz, mint a tiszta vetésben. Ha az Endurot 1 millió csíra/ha mennyiségben vetjük el a Cellule-val, akkor a tiszta vetéshez képest 26%-kal kevesebb termésmennyiséget érünk el. Mikor pedig az Aviront 1 millió csíra/ha-ba társítottuk a Cellule-val, akkor érték el a legkevesebb mennyiséget a tiszta vetéshez képest, ugyanis a tiszta vetéshez képest csupán 69%-os hozamról beszélhetünk. Szignifikáns eltérés mutatható ki mind a négy keverékvetés esetén a tiszta vetéshez képest. A Cellule 3 millió csíra/ha + Aviron 600 ezer csíra/ha és Cellule 3 millió csíra/ha + Enduro 1 millió csíra/ha és a Cellule 3 millió csíra/ha + Aviron 1 millió csíra/ha esetében nincs szignifikáns eltérés, ugyanakkor a Cellule 3 millió csíra/ha + Enduro 600 ezer csíra/ha és Cellule 3 millió csíra/ha + Aviron 1 millió csíra/ha esetében statisztikailag is igazolható eltérést lehet kimutatni (Lásd: 2. táblázat).

A GK Szilárd 5 millió csíra/ha-os tiszta vetésének a betakarításakor 6,38 t/ha terméshozamot érték el. Ezzel szemben 600 ezer csíra/ha-os Enduroval társítva csupán 87% volt a búzahozam, ami 0,85 t/ha mennyiséggel kevesebbet jelent, mint a tiszta vetésben. Amikor az 5 millió csíra/ha-os GK Szilárdot 600 ezer csíra/ha-os Avironnal társítottuk, akkor 1,09 t/ha-ral, amikor 1 millió csíra/ha-os Enduroval termesztettük, 1,07 t/ha-ral kevesebb termést takarítottunk be, mint a tiszta vetésben. Ha 1 millió csíra/ha mennyiségben került kijutásra az Aviron az 5 millió csíra/ha vetőmagmennyiségű GK Szilárddal, akkor a tiszta termésmennyiséghez képest 1,22 t/ha-ral kevesebb termést takarítottunk be, amely 19%-os búzaveszteség. Ahogy azt a 2. táblázat is mutatja, a tiszta vetéstől mind a 4 növénykeverék őszi búza

hozama szignifikánsan kisebb, viszont azt is látjuk, hogy egymáshoz képest nem mutatnak szignifikáns eltérést a növénytársítások búzahozamai.

Amikor a Cellule 5 millió csíra/ha mennyiségben került tisztán vetésre, akkor a terméshozam elérte a 7,19 t/ha mennyiséget (Lásd: 2. táblázat). Viszont amikor ugyanezt a vetésnormát borsóval társítottuk, akkor egyik növénykeverékből származó eredmény sem érte el ezt a búzamennyiséget, amit statisztikailag igazoltunk is. Amikor 600 ezer csíra/ha-os Endurot tettünk a vetőmagkeverékbe, a búzahozamunk 6,09 t/ha volt, az az a tisztához képest 1,1 t/ha mennyiséggel kevesebb. Ha az 5millió csíra/ha-os Cellulét Aviron borsó fajtával társítottuk 600 ezer csíra/ha mennyiségben, a tiszta búza eredményhez képest 17%-kal kevesebb termést takarítottunk be. Amikor az Enduro 1 millió csíra/ha mennyiségben került társításra a Celluleval, akkor a terméshozam 5,95 t/ha volt, amely a tisztához képest 1,6 t/ha-ral (22%-kal) kevesebb. Ezzel szemben, amikor a növénytársításba 1 millió csíra/ha mennyiségben került az Aviron, akkor 1,5 t/ha mennyiséggel lett kevesebb a terméshozamunk, mint a tiszta vetés búzahozama. A tiszta vetéshez képest a Cellule 5 millió csíra/ha-os vetésének társításos kezelése szignifikánsan kevesebb őszi búza termésmennyiséget adtak, ugyanakkor az egyes növénytársítások búzahozamai statisztikailag nem tértek el egymástól.

2. táblázat: **Őszi búza terméshozama (t/ha) a növénytársítások különböző fajtái és csíraszámai szerint**

			Őszi borsó csíraszám				
			0 millió csíra/ha	0,6 millió csíra/ha		1 millió csíra/ha	
				Enduro	Aviron	Enduro	Aviron
Őszi búza csíraszám	3 millió csíra/ha	GK Szilárd	6,07 <sup>a</sup>	4,98 <sup>b</sup>	4,98 <sup>b</sup>	4,85 <sup>b</sup>	4,75 <sup>b</sup>
		Cellule	6,87 <sup>a</sup>	5,72 <sup>b</sup>	5,37 <sup>bc</sup>	5,11 <sup>bc</sup>	4,80 <sup>c</sup>
	5 millió csíra/ha	GK Szilárd	6,38 <sup>a</sup>	5,53 <sup>b</sup>	5,29 <sup>b</sup>	5,31 <sup>b</sup>	5,16 <sup>b</sup>
		Cellule	7,19 <sup>a</sup>	6,09 <sup>b</sup>	5,98 <sup>b</sup>	5,59 <sup>b</sup>	5,69 <sup>b</sup>

Egy soron belül a különböző betűvel jelölt értékek szignifikánsan különböznek  $p < 0,05$  szignifikancia szinten. Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

Az Enduro borsó fajta 600 ezer csíra/ha-os tiszta vetése során 1,36 t/ha terméshozamot takarítottunk be (Lásd: 3. táblázat). Azonban, ha a GK Szilárd búza fajtával társítottuk 3 millió csíra/ha vetőmagmennyiséggel, akkor a borsó terméshozama 0,99 t/ha lett, ami 0,37 t/ha-ral kevesebb, így 27%-os kiesést könyveltünk el. Amikor a Cellule búza fajta 3 millió csíra/ha mennyiségben került a vetőmagkeverékbe, 1,07 t/ha borsóhozamot mértünk, ami 0,29 t/ha-ral kevesebb a tiszta vetéshez képest, így 21%-os termés csökkenésről beszélhetünk. A GK Szilárddal 5 millió csíra/ha-os együtt termesztés esetében, csak 0,62 t/ha lett a borsó hozama, ami a tiszta vetéshez képest 0,74 t/ha-ral kevesebb termést jelent. Viszont mikor a Cellule 5 millió csíra/ha-ral került kijutásra, már 0,56 t/ha-ral kevesebb terméshozamot takarítottunk be, mint a tiszta vetés során, ez a termésvesztesség szempontjából 41%-ot jelent. A borsó terméshozamában szignifikáns eltérést a 600

ezer csíra/ha-os tiszta Enduros és az 5 millió csíra/ha-os GK Szilárddal történt együtt-termesztés során figyelhetünk meg.

Az Aviron 600 ezer csíra/ha tiszta vetésekor a terméshozam elérte az 1,99 t/ha mennyiséget (Lásd: 3. táblázat). Viszont amikor a GK Szilárd búza fajával társítva vetettük el 3 millió csíra/ha mennyiségben, akkor csupán 1,03 t/ha borsót takarítottunk be, vagyis 48% a termésveszteség. Ha a Cellule fajtát 3 millió csíra/ha-ban tettük a vetőmagkeverékbe, akkor a borsóhozam 0,84 t/ha-ral lett kevesebb, mely 43% hozamveszteség. Az 5 millió csíra/ha-os GK Szilárd és a 600 ezer csíra/ha-os Aviron társítása során a borsótermés 1,22 t/ha-ral kevesebb lett, mint a tiszta vetésben (61%-os hozamveszteség). Az Aviron 600 ezer csíra/ha + Cellule 5 millió csíra/ha vetésekor 1,55 t/ha-ral kevesebb terméshozamot figyeltünk meg. A borsóhozamban szignifikáns eltérést a tiszta vetéshez képest mind a négy keverékvetés esetén megfigyelhettünk, viszont a négy növénytársítás eredményében nem láthatunk statisztikailag igazolható eltérést.

Az Enduro fajta borsóhozama 1 millió csíra/ha-os tiszta vetéskor 1,52 t/ha lett. Ha az Enduro a 3 millió csíra/ha-os vetőmagdózisú GK Szilárd fajtával került elvetésre, akkor a terméshozam 1,24 t/ha lett, ami 82%-os hozamszintet jelent és 0,28 t/ha-ral kevesebb borsómennyiséget eredményez. Mikor ezt a mennyiséget 5 millió csíra/ha-ra emeltük, 0,91 t/ha borsót takarítottunk be, ami 60%-os termésszint, vagyis 0,61 t veszteséget jelent hektáronként. Viszont amikor a Cellule fajtával 3 millió csíra/ha mennyiségbe került társításba az Enduro, akkor a terméshozamunk 1,54 t/ha lett, ami még a tiszta vetéshez képest is 0,02 t/ha-ral, vagyis 1,3%-kal több. Amikor a keverékben emeltük a Cellule vetőmagmennyiségét 5 millió csíra/ha-ra, akkor a terméshozam 1,16 t/ha-ra csökkent, így 23% a veszteség a tiszta vetés borsóhozamához képest. Az eredmények között egyik esetben sincs szignifikáns eltérés.

Az Aviron 1 millió csíra/ha-os vetőmagdózisakor 2,29 t/ha borsóhozamot értünk el. Amikor a 3 millió csíra/ha-os vetőmagmennyiségű GK Szilárd fajtával került köztes termesztésre, a borsó terméshozama 0,9 t/ha-ral kevesebb lett, és a hozamveszteség 39% a tiszta vetéshez képest. A Cellule esetében, amikor 3 millió csíra/ha-ral került kijutásra az 1 millió csíra/ha-os Aviron fajtával együtt, a borsóhozam 0,37 t/ha mennyiséggel lett kevesebb, amely 1,92 t/ha terméshozamot jelent. Mikor a GK Szilárd vetőmagmennyiségét 5 millió csíra/ha-ra emeltük a vetőmagkeverékbe, akkor a borsóhozamunk 0,95 t/ha lett, ami 1,34 t/ha-ral, vagyis 69%-kal kevesebb terméshozamot eredményezett, mint a tiszta vetés. Mikor a Cellule vetőmag 5 millió csíra/ha-ban került kijutásra, akkor a terméshozamunk 1,3 t/ha volt, amely 0,99 t/ha-ral kevesebb a tisztán vetetthez képest. Az Aviron 1 millió csíra/ha-os tiszta vetéséhez képest szignifikáns hozamcsökkenést tapasztaltunk azon vetőmagkeverékeknél, amikor a GK Szilárdot 3 és 5 milliós, valamint a Cellulét 5 milliós vetésnormával alkalmaztuk.

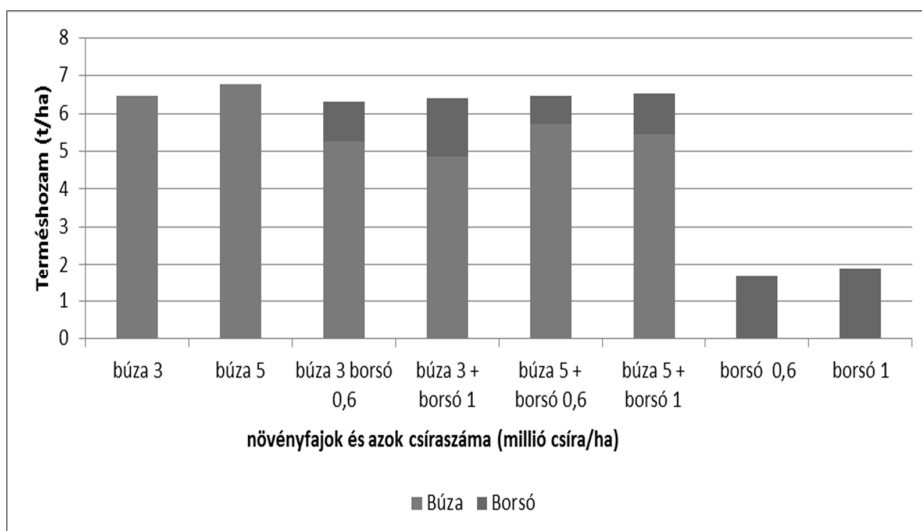
3. táblázat: Őszi borsó terméshozama (t/ha) a növénytársítások különböző fajtái és csíraszámai szerint

			Őszi borsó csíraszama			
			0,6 millió csíra/ha		1 millió csíra/ha	
			Enduro	Aviron	Enduro	Aviron
Őszi búza csíraszama	0 millió csíra/ha		1,36 <sup>a</sup>	1,99 <sup>a</sup>	1,52 <sup>a</sup>	2,29 <sup>a</sup>
	3 millió csíra/ha	GK Szilárd	0,99 <sup>ab</sup>	1,03 <sup>b</sup>	1,24 <sup>a</sup>	1,39 <sup>bcd</sup>
		Cellule	1,07 <sup>ab</sup>	1,15 <sup>b</sup>	1,54 <sup>a</sup>	1,92 <sup>ab</sup>
	5 millió csíra/ha	GK Szilárd	0,62 <sup>b</sup>	0,77 <sup>b</sup>	0,91 <sup>a</sup>	0,95 <sup>d</sup>
		Cellule	0,80 <sup>ab</sup>	0,84 <sup>b</sup>	1,16 <sup>a</sup>	1,30 <sup>cd</sup>

Egy oszlopon belül a különböző betűvel jelölt értékek szignifikánsan különböznek  $p < 0,05$  szignifikancia szinten. Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

Az 1. ábrán láthatjuk a kísérletben alkalmazott tiszta vetésű, különböző csíraszámú búza és borsó fajták átlagának terméseredményeit, valamint azok társításakor létrejött hektáronkénti terméshozamokat. A tiszta búza 3 millió csíra/ha terméshozama 6,47 t/ha lett, míg 5 millió csíra/ha-nál 6,78 t/ha mennyiséget takaríthatunk be. A borsó 600 ezer csíra/ha -os vetésénél 1,67 t/ha átlaghozam lett, míg az 1 millió csíra/ha-nál 1,90 t/ha mennyiséget számoltunk. Vagyis az őszi búza és az őszi borsó csíraszám növelésével a hozamok nőttek. A növénytársítás esetében a legkiemelkedőbb együttes terméseredményt a búza 5 millió csíra/ha + borsó 1 millió csíra/ha vetésekor érték el. Ebben az esetben a búza terméshozama 5,43 t/ha lett a borsónak pedig 1,07 t/ha. Ezután a búza 5 millió csíra/ha + borsó 600 ezer csíra/ha következik, melynél a búza esetében 5,71 t/ha a borsó esetében pedig 0,75 t/ha eredményt mertünk. Majd a búza 3 millió csíra/ha + borsó 1 millió csíra/ha mennyisége jön, ahol a búza 4,8 t/ha, a borsó pedig 1,51 t/ha terméshozamot adott. A búza 3 millió csíra/ha + borsó 600 ezer csíra/ha társításnál a búza terméshozam 5,26 t/ha a borsó terméshozama pedig 1,05 t/ha lett. Ha a grafikont megnézzük, láthatjuk, hogy a borsó nagyobb csíraszama nagyobb termésrészt eredményez a búza 3 millió csíra/ha és 5 millió csíra/ha társítása mellett is. A búzánál is ugyanez figyelhető meg: az 5 millió csíra/ha kijuttatás esetében mértünk magasabb hozameredményt, így nagyobb termésrészt adott, mint a 3 millió csíra/ha-os vetőmagdózis.

**1. ábra: Növénytársítások és tiszta vetések hatása a hektáronkénti összes terméshozamra**



A költségeket (talajművelés, tápanyagellátás, vetés, vetőmag, növényvédelem, betakarítás) valamint a bevételeket (terményár, támogatás) figyelembe véve az elért terméshozamok alapján a növénytársítások jövedelmezőségét is kiszámítottuk (Lásd: 4. táblázat). A tiszta vetések eredményeiből látható, hogy a gazdálkodó jövedelmét nagy mértékben meghatározza a termesztett kultúra, a fajtaválasztás és a megfelelő csíraszám alkalmazása is. A növénytársítások eredményeit alaposan átnézve láthatjuk, hogy bizonyos növénytársítások nagyobb jövedelmet biztosíthatnak a gazdálkodó számára, mint a tiszta búza vetések. Ugyanakkor a GK Szilárd 5 millió csíra/ha-os vetőmagdózisát az Enduro 600 ezres, vagy 1 millió csíraszámával, valamint az Aviron 1 millió csíraszámával kombinálva, illetve az 5 millió Cellule + 1 millió Enduro vetőmagkombinációt alkalmazva kisebb jövedelmet lehetett elérni, mint a tiszta búza vetéssel.

**4. táblázat: Növénytársítások jövedelmezősége (ezer Ft/ha) a vizsgálatba vont fajták és csíraszámok szerint**

			Őszi borsó csíraszama				
			0 millió csíra/ha	0,6 millió csíra/ha		1 millió csíra/ha	
				Enduro	Aviron	Enduro	Aviron
Őszi búza csíraszama	0 millió csíra/ha		-	33,5	89,9	29,8	101,9
	3 millió csíra/ha	GK Szilárd	163,7	184,4	190,1	185,4	197,3
		Cellule	195,1	220,6	215,5	221,8	246,6
	5 millió csíra/ha	GK Szilárd	167,3	164,3	170,1	165,5	165,3
		Cellule	199,0	201,9	203,3	198,0	217,4

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

#### 4. Következtetések, összegzés, záró megjegyzések, záró gondolatok

A hazai vetésszerkezetet alapvetően meghatározza a gabonafélék túlsúlya. A termelők számára az exportorientált gabonafélék világpiaci ára határozza meg a gazdálkodás jövedelmezőségét, mely nagymértékű gazdasági kitettséget okoz nemcsak a gazdálkodók, de az ország szempontjából is. Ugyanakkor az állatlétszámunk bővülésének egyik korlátja a fehérjeforrás hiánya, illetve gazdaságtalan előállítása. Ökonómiai és agronómiai szempontból is fontos lenne tehát a vetésszerkezet megváltoztatása, a fehérjenövények vetésterületének növelése és gazdaságos előállítása. Az elmúlt évek bizonyították, hogy szóját, mint a legfőbb fehérjenövényt előállítani még a támogatások mellett sem lehet mindig és mindenhol. Ezért a még jelenleg kis területen termesztett fehérjenövényekkel folyó kutatásoknak érdemes lenne teret engedni, velük „új” technológiákat fejleszteni. Az egyik ilyen fehérjenövény a takarmányborsó, amely vetési és betakarítási idejét, valamint gépesítési igényét tekintve jó társnövénye lehetne a jelenleg legnagyobb területen termesztett őszi búzának.

Őszi búza és takarmányborsó társítási termesztésére vonatkozó kísérleteink eredményei alapján, valamint Murray és Swensen (1985) véleményével egyetértve megállapítható, hogy a két kultúra a vetés és betakarítás tekintetében kompatibilisek, velük megfelelő technológia alakítható ki a borsó vetésterületének növelése érdekében. Láthattuk, hogy a búza és borsó tiszta vetéséhez képest a társítási termesztésben mindkét faj terméshozama statisztikailag igazolható módon külön-külön kevesebb lett. Ez a termésdepresszió főként a túlsűrített 100-100%-os vetőmagmennyiségek együttes alkalmazásakor volt szembeűnő. Ugyanakkor azt is megfigyelhettük, hogy akár a búzánál, akár a borsónál, a terméshozamot nemcsak a vetéssűrűség, hanem a fajtaválasztás és azok kombinálhatósága is meghatározza. Kutatásaink eredményei mind a hektáronkénti összes terméshozam, mind a jövedelmezőség szempontjából biztatónak tekinthetők. Ugyanakkor egyéves vizsgálati eredményekről messzemenő következtetéseket leszűrni elhamarkodott volna. Ezért vizsgálatainkat tovább szeretnénk folytatni és azok eredményeiből a gyakorlatban alkalmazható technológiát kialakítani.

#### Irodalomjegyzék

- Antal J. (szerk.) (2005a): *Növénytermesztés 1. Mezőgazda Kiadó, Budapest.*  
 Antal J. (szerk.) (2005b): *Növénytermesztés 2. Mezőgazda Kiadó, Budapest.*  
 Bocz E. (1996): *Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.*  
 Fujita K.-Ofosu-Budu K. G.-Ogata S. (1992): Biological nitrogen fixation in mixed legume-cereal cropping systems, *Plant and Soil*, 141: 155–175.  
 Hauggaard-nielsen H., Trydeman Knudsen M., Ravn Jorgensen J., Steen Jensen E. (2006): Intercropping wheat with pea for improved wheat baking quality. Poster at: Joint Organic Congress, Odense, Denmark, May 30-31, 2006.  
 Lithourgidis A. S., Vlachostergios D. N., Dordas C. A., Damalas C. A. (2011): Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems, *European Journal of Agronomy*, 34 (4): 287–294.  
 Murray G. A., Swensen J. B. (1985): Seed yield of austrian winter field peas intercropped with winter cereals, *Agronomy Journal*, 77 (6): 913–916.

- Pepó P., Sárvári M. (2011): Gabonanövények termesztése. TÁMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0010. Debreceni Egyetem. 143.
- Popp J., Fári M., Antal G., Harangi-Rákos M. (2015): A fehérjetakarmány-piac kilátásai az EU-ban, különös tekintettel Magyarország fehérjeigényének kielégítésére, *Gazdálkodás*, 59 (5): 401–421.
- Radics L. (2002): *Alternatív növények termesztése II.*, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
- Tosti G., Guiducci M. (2010): Durum wheat-faba bean temporary intercropping: Effects on nitrogen supply and wheat quality, *European Journal of Agronomy*, 33 (3): 157–165.



## OLTÓANYAGOK HATÁSA SZÓJAJAJTÁK TERMÉSÉRE ÉS BELTARTALMÁRA

Tar Melinda – Vályi-Nagy Marianna – Irmes Katalin – Kristó István

**Absztrakt:** A szója hazánk egyik legfontosabb fehérjenövénye. A talajlakó fajszerkezetű, gyökérgümők kialakítására képes *Bradyrhizobium japonicum* baktérium szimbiózisban élve a szója gyökerén, képes a légköri nitrogén megkötésére, azonban hazánkban nem található meg a talajban. Ennek következtében a szója vetőmagot *Bradyrhizobium* törzsekkel szükséges oltani. Jelenleg a piacon számos mag- és talajoltó készítmény megtalálható, azonban ezek hatékonyságáról és növény-specifikus használhatóságáról kevés adat áll rendelkezésre. Munkánk célja volt, hogy (i) szántóföldi kísérletben vizsgáljuk két, kereskedelmi forgalomban is kapható oltóanyag, egy arbuskuláris mikorrhiza (AM) gomba készítmény és egy fungicid hatású csávázószer, valamint az említett készítmények kombinációinak hatékonyságát három hazai nemesítésű szójafajta (Aires, Bahia, Pannónia kincse) terméshozamára, valamint beltartalmi mutatóira (fehérjetartalom, Pro-Fat érték). Kisparcellás kísérleteinket a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Növénytermesztési Önálló Kutatási Osztály Szeged-Óthalom Kísérleti Telepén végeztük. Az eredmények alapján elmondható, hogy az Oltóanyag 1 és kezelés kombinációi minden esetben szignifikánsan befolyásolták a termés mennyiségét, a fehérjetartalmat és a Pro-Fat értéket mindhárom szójafajta esetében. A kapott eredmények gyakorlatban történő alkalmazása hozzájárulhat a szójatermesztés eredményességéhez.

**Abstract:** Soybean is one of the most important high-quality protein source for human and animal nutrition in Hungary. With the soil bacteria *Bradyrhizobium japonicum* symbiotically colonizing the plant's roots, soybean are able to fix atmospheric nitrogen. Because this bacterium is not native to Hungarian soils, soybean seeds need to be inoculated with *Bradyrhizobium* strains before sowing. There are a number of different seed and soil inoculation products which contain *Bradyrhizobium* strains on the market but few data are available on their efficacy and plant-specific utility. The aim of this study was: (i) to test the ability of two commercially available inoculants, one arbuscular mycorrhiza (AM) product, one seed dressing product and their combination to maximize soybean grain yield, protein content and Pro-Fat value, (ii) to study the interaction of different inoculants with three different soybean varieties (Aires, Bahia, Pannonia kincse). Small plot field trials were performed at the Experimental Site of Szeged-Óthalom of Department of Field Crop Research of National Agricultural Research and Innovation Centre. Effective inoculation with *Bradyrhizobium* inoculant 1 and its combinations with AM product and seed dressing product significantly increased grain yield, protein content and Pro-Fat value compared with inoculant 2 and controls. Interaction between the soybean varieties and different technologies were significant for yield, protein content and Pro-Fat value. Applying the obtained results in practice can contribute to the efficiency of soybean production.

**Kulcsszavak:** szója, *Bradyrhizobium* oltóanyagok, mikorrhiza gombák, magoltás, termés mennyiség, termésmínőség

**Keywords:** soybean, *Bradyrhizobium* inoculants, mycorrhiza fungies, seed inoculation, yield, yield quality

### 1. Bevezetés

A szója (*Glycine max* (L.) Merr.) az ötödik legnagyobb területen termesztett növény a világszerte. Felhasználhatósága magas fehérjetartalmának és olajtartalmának köszönhetően az ipari hasznosítástól a takarmányozáson át a humán élelmezésig

széleskörű. Jelenleg a hazai mintegy 5-600 ezer tonna szójabab igény közel 90%-a Dél-Amerikából származó import, jórészt GMO szójadara vagy szójabab (Kövics és mtsai., 2020.). A hazai és nemzetközi piac is igényli a GMO-mentes szóját, amelynek termelésére Magyarországon lehetőség is van. A támogatásoknak köszönhetően 2015-ben a szója vetésterülete hazánkban a korábbi évekhez képest megkétszereződött (72 016 ha), majd a támogatások módosításával 2019-ben 60 000 hektárra csökkent. A piaci elvárások és lehetőségek alapján szükség lenne a szója vetésterületének növelésére – egyes vélemények szerint akár évi 100 000 hektárra is – azonban a sikeres szójatermesztés sok tényezőtől függ. Kiemelkedő jelentőségű a fajtaválasztás, ugyanakkor fontos a megfelelő termesztéstechnológia alkalmazása is. A nemesítőházak fajtakinálata bőséges: a 2020 évi Nemzeti Fajtajegyzékből 53 államilag elismert fajta közül lehet választani. A termesztéstechnológia magában foglalja a talaj- vagy magoltást, az időben elvégzett gyomirtást, valamint a megfelelő tápanyag-utánpótlást. Ez utóbbiról érdemes megjegyezni, hogy a szója a tenyésztési időszak folyamán, a többi tápanyagigényes növényfajhoz hasonlóan igényli, hogy a tápanyagok megfelelő mennyiségben és arányban álljanak rendelkezésre.

A szója az aminosavak és fehérjék szintéziséhez elengedhetetlenül szükséges nitrogén mennyiség 50%-át – a hüvelyes növényeknél jól ismert nitrogénkötési mechanizmussal – gümőkön keresztül veszi fel. A szója esetében a fajspecifikus *Bradyrhizobium japonicum* baktériumfaj felelős a gümőképződésért. Mivel a szója Európában, így hazánkban sem őshonos, ezért talajainkban ez a baktérium természetes módon nem található meg (Bíró és mtsai., 1993.). A szimbiózis kialakulásához ezért a vetőmagot oltóporral kell kezelni.

A talajban lévő tápanyagok felvehetőségének segítésére napjainkban egyre elterjedtebb az arbuszkuláris mikorrhiza (AM) gombák alkalmazása a növénytermesztésben. A növényekre gyakorolt legismertebb pozitív hatásuk, hogy fokozza a gazdanövény tápelem- és vízfelvételét, így a jobb vitalitású növények nagyobb ellenálló képességgel rendelkeznek a biotikus és abiotikus stresszekkel szemben. Az AM gombák jelenléte továbbá kedvezően befolyásolja a talajok fizikai tulajdonságait is. Bár az AM gombák és gazdanövényük kapcsolata nem fajspecifikus, az egyes növény- és gombafajok kompatibilitásában jelentős különbségek lehetnek (Chalk és mtsai., 2006).

A magasabb hozam és jobb minőség elérése érdekében egyre több mikrobiológiai készítmény jelenik meg a piacon, azonban ezek hatékonyságáról, növényfaj, esetenként fajtaspecifikus használatáról kevés adat áll rendelkezésre. A különböző oltóanyagok használata általában a csíranövénykori betegségek ellen védő, fungicid hatóanyagú csávázószerrel csávázott vetőmag felülkezelésével történik. Az Európai Unió szabályozása és a hatóanyagok megszüntetése kiterjed a jelenleg forgalomban lévő csávázószerre is. Az új, hatékony technológiák kifejlesztése és gyakorlati alkalmazása elengedhetetlen a termésbiztonság megőrzése és a környezettudatos gazdálkodás folytatása érdekében. Munkánk során ezért célul tűztük ki két kereskedelmi forgalomban is kapható oltóanyag hatásának vizsgálatát önmagában és egy gombaölő csávázószerrel, valamint egy AM gomba

készítménnyel kombinációban alkalmazva három szójafajta terméshozamára, és beltartalmi mutatóira.

## 2. Anyag és módszer

Kísérletünket a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Növénytermesztési Önálló Kutatási Osztály Öthalmi Kísérleti Telepén állítottuk be 2018-ban. A kísérleti terület domborzata sík, talaja mélyben sós réti csernozjom típusú, melynek szervesanyag tartalma 2,8-3,2%, kémhatása 7,9 pH, Arany-féle kötöttsége 42, tápanyag szolgáltató képessége: N közepes, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> jó, K<sub>2</sub>O jó. Az elővetemény őszi búza volt. A kísérletet 4 ismétlésben véletlen blokk elrendezésben 10 m<sup>2</sup>-es parcellákon végeztük.

A kísérletben vizsgált három szója fajtát (Aires, Bahia és Pannónia kincse) a Gabonatermesztési Nonprofit Közhasznú Kft. bocsátotta rendelkezésünkre. A fajtaleírás szerint az Aires korai, féldeterminált, közepes magasságú, jó szárszilárdsággal rendelkező fajta. A Bahia középérésű, féldeterminált, jó alkalmazkodó képességű fajta. A Pannónia kincse középérésű, folyton-növő, jó alkalmazkodó és kiváló elágazó képességű fajta.

A kísérlet során vizsgáltuk a három szójafajta két különböző, a kereskedelmi forgalomban is kapható oltóanyag, egy, a csíranövénykori betegségek ellen védő fungicid csávázószer, valamint szintén a kereskedelmi forgalomban kapható AM gomba készítmény kombinációinak hatását a terméshozamra, terméselemekre és beltartalmi mutatókra. Kontroll csoportként oltatlan, csávázatlan vetőmagot alkalmaztunk (1. táblázat).

1. táblázat: A kísérletben alkalmazott kezelések leírása

Kezelés száma	Leírás	Rövidítés
1.	Kontroll	K
2.	Oltóanyag 1	O1
3.	Oltóanyag 1 + fungicid csávázószer	O1F
4.	Oltóanyag 1 + mikorrhiza gomba	O1AM
5.	Oltóanyag 2	O2
6.	Oltóanyag 2 + fungicid csávázószer	O2F
7.	Oltóanyag 2 + mikorrhiza gomba	O2AM

Az értékelés során a növénymagasságot az utolsó hüvelyek kötődése után mérőbot segítségével mértük. A növénymagasság meghatározásakor a talajfelszíntől a legmagasabb hüvelyig mért távolságot cm-ben fejeztük ki.

A különböző kezelések gyökérgümő-képződésre gyakorolt hatásának értékelését a betakarítás előtt 2 héttel végeztük úgy, hogy a parcellák középső sorából minden ismétlésben 5-5 növényt ástunk fel majd leáztattuk a talajt. A gyökérzetten fejlődő gümőket megszámloltuk és értékeltük a kezelések és fajták gümőfejlődésre gyakorolt hatását.

Az aratást Wintersteiger típusú parcellakombájnnal végeztük, a teljes érés időszakában. Betakarítás után a szóját zsákokba gyűjtöttük, majd digitális mérleg

segítségével határoztuk meg a parcellánkénti termésmennyiséget, és mértük a parcellák termésének nedvességtartalmát. A mért terméseredményeket az elemzéshez, értékeléshez 9%-os nedvességtartalomra vonatkoztattuk.

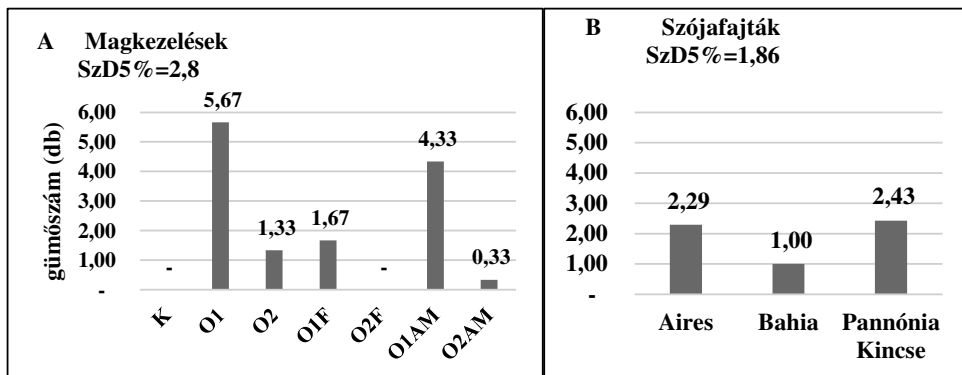
A minőségvizsgálathoz fajtánként és kezelésenként jelölt papírzacskókba 600-600 g mintát vettünk. A nyersfehérje- valamint az olajtartalmat Foss Infratec1241 NIR analízátorral határoztuk meg.

Az adatok statisztikai értékelését kéttényezős varianciaanalízis módszerével végeztük (Sváb 1981.)

### 3. Eredmények és értékelésük

A gümőszámok elemzésekor a fajták között és a kezelések között is különbségeket figyeltünk meg, azonban a gümőképződés mértéke elmaradt a várt értékektől. Általánosságban elmondható, hogy az Oltóanyag 1 önállóan (O1) és kombinációban (O1F és O1AM) is hatékonyabb volt, mint az Oltóanyag 2. A kontroll parcellák esetén egyik fajtánál sem tapasztaltunk gyökérgümő képződést. Szintén nem tapasztaltunk gümőképződést a vizsgált fajták egyikénél sem az O2F kezelés hatására. Szignifikáns különbséget mutattunk ki a fajták átlagában a kontrollhoz képest az O1 (5,67 db), valamint az O1AM (4,33 db) kezelések között. Megfigyelhető volt az is, hogy a három fajta átlagában az Oltóanyag1 és a csávázószer együttes használata során szignifikánsan kevesebb gümő képződött (1a. ábra). A fajták közül az Aires és a Pannónia kincse gyökerén képződött gümők száma meghaladta a Bahia eredményeit, de a különbségek nem voltak szignifikánsak (1b. ábra).

1. ábra: Egyszeres és kombinált kezelések hatása a három szójafajta gyökerén képződő gümők számára (db, mintavételi átlagértékek 1 növényre vonatkoztatva, n=20/kezelés)

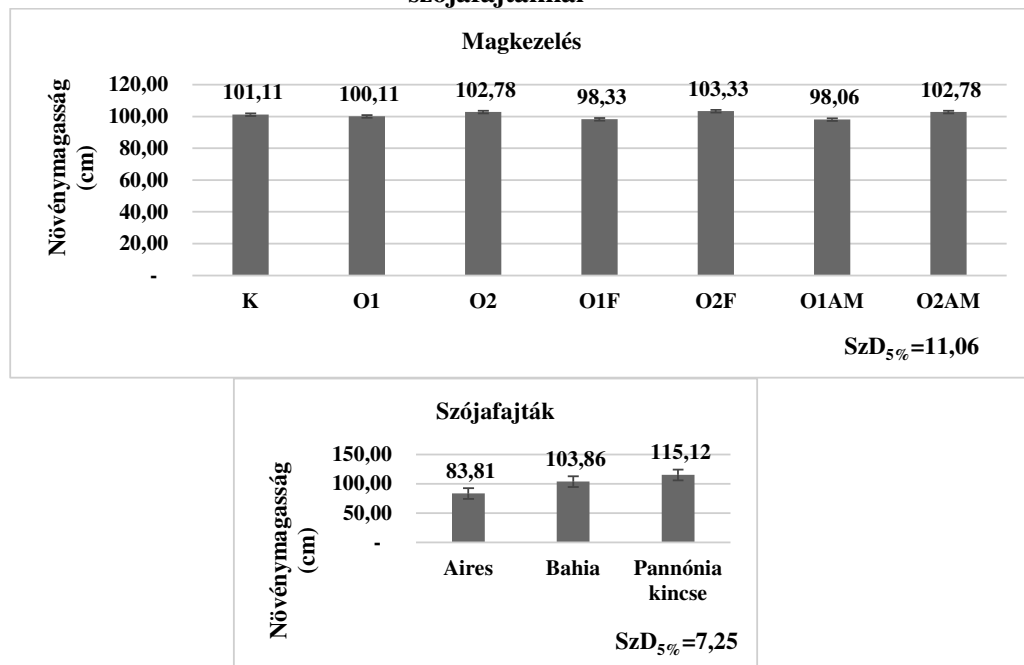


Megjegyzés: SzD5% - legkisebb szignifikáns differencia  $p < 0,05$  szinten, O1=Oltóanyag 1, O2=Oltóanyag2, F=fungicid csávázószer, AM=arbuszkuláris mikorrhiza gomba készítmény

A 2. ábrán a növénymagasság alakulását szemlélhetjük meg a vizsgált szójafajták függvényében. Az Aires átlagos 83,81 cm magasságához képest a Bahia fajta (103,86 cm) 24%-kal, a Pannónia kincse (115,12 cm) pedig 37%-kal volt

magasabb a vizsgálat során. A kísérlet eredményeinek értékelésekor azt tapasztaltuk, hogy az O2 kezelések és kombinációi pozitívan hatottak a növénymagasságra, azonban ez nem volt szignifikáns (2. ábra)

2. ábra: Növénymagasság alakulása a magkezelések hatására a vizsgált szójafajtáknál



Megjegyzés: SzD<sub>5%</sub> - legkisebb szignifikáns differencia  $p < 0,05$  szinten, O1=Oltóanyag 1, O2=Oltóanyag2, F=fungicid csávázószer, AM=arbuszkuláris mikorrhiza gomba készítmény

A 2. táblázatban a hektáronkénti maghozam adatait tüntettük fel fajtánként és kezelésként. A legkisebb terméshozam 2,46 t/ha (Aires fajta Oltóanyag 2 + F), míg a legnagyobb 3,52 t/ha (Bahia fajta, Oltóanyag 1 + F) volt. Az adatokból látható, hogy a kezelés kombinációk átlagosan 11,72%-os terméstöbbletet eredményeztek a kontroll parcellákhoz képest. A kezelések átlagában az Aireshez (2,89 t/ha) képest a Bahia (3,26 t/ha) 13%-kal, a Pannónia kincse (3,1 t/ha) 7%-kal nagyobb termésmennyiséget ért el a vizsgált évben. A különböző magkezelések eredményeit vizsgálva megállapítható, hogy az Oltóanyag 1 önmagában és fungicid csávázószerrel alkalmazva is statisztikailag igazolhatóan felül múlta az Oltóanyag 2-t.

2. táblázat: A vizsgált fajták terméshozamának alakulása kezelésenként (t/ha)

kezelés	Aires		Bahia		Pannónia kincse		kezelések átlaga	
	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%
<b>Kontroll</b>	2,65	100,00	2,95	100,00	2,69	100,00	2,76	100,00
<b>Oltóanyag1</b>	3,24	122,24	3,21	109,08	3,50	130,45	3,32	120,22
<b>Oltóanyag2</b>	2,65	99,72	3,10	105,35	2,80	104,19	2,85	103,17
<b>Oltóanyag1+fungicid csávázószer</b>	3,08	116,12	3,52	119,52	3,19	118,90	3,26	118,23
<b>Oltóanyag2+fungicid csávázószer</b>	2,46	92,84	3,07	104,16	2,93	109,12	2,82	102,14
<b>Oltóanyag1+AM</b>	3,12	117,62	3,41	115,79	3,17	117,97	3,23	117,08
<b>Oltóanyag2+AM</b>	2,81	106,03	3,26	110,53	3,00	111,64	3,02	109,45
<b>fajták átlaga</b>	2,89	109,10	3,26	110,74	3,10	115,38		

Megjegyzés: SzD<sub>5%</sub>(fajták)=0,16; SzD<sub>5%</sub>(kezelések)=0,78

A beltartalom vizsgálat során elmondható, hogy a fajták átlaga, és a kezelések átlagában tapasztalt fehérjetartalom is meghaladta a 30%-ot. A legmagasabb fehérjetartalmat az Aires fajta Oltóanyag 1 kezelésénél mértük (42,8%), míg a legalacsonyabbat a Pannónia kincse kontroll kezelésénél (31,7%). Fehérjetartalom vonatkozásában szignifikáns különbséget mutattunk ki a kontroll és az Oltóanyag 1 kezelések között (3. táblázat). Az olajtartalom alakulása azonban éppen ellentétes a fehérjetartalom mértékével (4. táblázat). Annál a kezelésnél (Oltóanyag 1), ahol a legmagasabb (33,45%) volt a fehérjetartalom az olajtartalom szignifikánsan a legalacsonyabbnak (19,22%) bizonyult. Ennek oka, hogy a fehérje szintézis során csökken az olajtartalom, így a két érték között erős negatív korreláció áll fenn (Filho és mtsai., 2001).

3. táblázat: A vizsgált fajták fehérjetartalma kezelésenként (%)

kezelés	Aires	Bahia	Pannónia kincse	kezelések átlaga
<b>Kontroll</b>	30,20	26,35	24,70	27,08
<b>Oltóanyag 1</b>	35,80	31,20	33,35	33,45
<b>Oltóanyag 2</b>	31,10	26,35	27,00	28,15
<b>Oltóanyag 1 + fungicid csávázószer</b>	35,15	29,70	31,20	32,02
<b>Oltóanyag 2 + fungicid csávázószer</b>	31,25	27,00	26,45	28,23
<b>Oltóanyag 1 + AM</b>	35,50	30,50	33,30	33,10
<b>Oltóanyag 2 + AM</b>	29,85	26,40	28,70	28,32
<b>fajták átlaga</b>	32,69	28,21	29,24	

Megjegyzés: SzD<sub>5%</sub>(fajták)=1,12; SzD<sub>5%</sub>(kezelések)=1,71

4. táblázat: A vizsgált fajták olajtartalma kezelésként (%)

kezelés	Aires	Bahia	Pannónia kincse	kezelések átlaga
<b>Kontroll</b>	20,65	23,00	23,75	22,47
<b>Oltóanyag 1</b>	18,75	20,00	18,90	19,22
<b>Oltóanyag 2</b>	21,50	22,80	21,80	22,03
<b>Oltóanyag 1 + fungicid csávázószer</b>	19,10	20,85	20,00	19,98
<b>Oltóanyag 2 + fungicid csávázószer</b>	21,60	22,10	22,45	22,05
<b>Oltóanyag 1 + AM</b>	19,15	20,50	19,15	19,60
<b>Oltóanyag 2 + AM</b>	22,25	22,85	22,35	22,48
<b>fajták átlaga</b>	20,43	21,73	21,20	

Megjegyzés: SzD<sub>5%</sub>(fajták)=0,71; SzD<sub>5%</sub>(kezelések)=1,08

A szója takarmányozásban betöltött kiemelkedő szerepe magas fehérjetartalmával és olajtartalmával függ össze. A takarmány előállítás során sokszor a szójaolajat külön adagolják a szójadarákhoz, amely jelentősen megnöveli az előállítás költségeit. Napjainkban azonban többféle szójatakarmány is forgalomban van, amelyek közül az egyik legismertebbek a full-fat szója (FFS) és a zsírszegény szója (SBM) (Smidt és mtsai., 2014.). Az előbbinél az olaj nem kerül kivonásra a feldolgozás során, így a fehérjetartalom és az olajtartalom együttes mutatója határozza meg a takarmányozási értéket (Pro-Fat érték). Ebből a szempontból a legalacsonyabb kategóriának az 50-es, a legértékesebbnek pedig az 52-es 54-es Pro-Fat érték számít. A vizsgált fajták közül a kísérletben a legmagasabb átlagos Pro-Fat értéke az Aires fajtának (53,12%) volt (5. táblázat). A kezelések közül az Oltóanyag 1 és kombinációi, valamint az Oltóanyag 2 + AM kezelés és a kontroll között szignifikáns különbséget mutattunk ki.

5. táblázat: A vizsgált fajták Pro-Fat értéke (%)

kezelés	Aires	Bahia	Pannónia kincse	kezelések átlaga
<b>Kontroll</b>	50,85	49,35	48,45	49,55
<b>Oltóanyag 1</b>	54,55	51,20	52,25	52,67
<b>Oltóanyag 2</b>	52,60	49,15	48,80	50,18
<b>Oltóanyag 1 + fungicid csávázószer</b>	54,25	50,55	51,20	52,00
<b>Oltóanyag 2 + fungicid csávázószer</b>	52,85	49,10	48,90	50,28
<b>Oltóanyag 1 + AM</b>	54,65	51,00	52,45	52,70
<b>Oltóanyag 2 + AM</b>	52,10	49,25	51,05	50,80
<b>fajták átlaga</b>	53,12	49,94	50,44	

Megjegyzés: SzD<sub>5%</sub>(fajták)=0,78; SzD<sub>5%</sub>(kezelések)=1,18

#### 4. Következtetések, összegzés, záró megjegyzések, záró gondolatok

A szója esetén *Bradyrhizobium japonicum* törzseket tartalmazó magoltó készítmények hatására az irodalomban 12-21%-os termésnövekedésről számoltak be

(Lamprey és mtsai., 2014., Ulzen és mtsai., 2016., Zimmer és mtsai., 2016). Hazai vonatkozásban Soós és Kónya (1978) oltóanyagtól függően 18-32%-os, míg Kövics és mtsai 10-15%-os terméshozam növekedést tapasztalt. Vizsgálataink során a magoltó készítmények alkalmazásakor 4-30%-os szignifikáns termésnövekedést tapasztaltunk a kontroll parcellákhoz képest. Kísérletünkben tehát bizonyítást nyert a használt magoltó készítmények termésnövelő hatása.

Irodalmi adatok szerint a pillangósvirágúak esetén a Rhizobium baktériumok és AM gombák együttes alkalmazása nagyobb mértékben növelheti a termés mennyiségét, mintha csak önmagában alkalmaznánk (Aboutalebian és mtsai., 2017.). Vizsgálataink nem támasztják alá egyértelműen a fenti szakirodalmi adatokat. Az oltóanyagok és AM gomba készítmények együttes alkalmazása során a mikorrhiza gombák további termésnövelő hatását csak az Oltóanyag 2 esetében tudtuk kimutatni.

Az oltás hatására a fehérjetartalom akár 3,5-4%-kal is növekedhet (Kövics és mtsai., 2020.). Az általunk alkalmazott kezelések során 1-6%-os fehérjetartalom növekedést tudtunk detektálni a kontrollhoz képest.

Az eredményekből jól látható, hogy a vizsgált oltóanyagok között szignifikáns különbséget tudtunk kimutatni a termésmennyiség, a gümőszám, a fehérjetartalom és a Pro-Fat érték alapján is. Megállapítottuk továbbá, hogy a vizsgált fajták között is különbségek figyelhetők meg az alkalmazott technológia szerint. Az eredmények azonban nem támasztották alá, hogy az arbuszkuláris mikorrhiza gomba magoltó készítmény hatására még jobban növelhető a hozam (t/ha) illetve a fehérje tartalom. A jövőben azonban a szigorodó növényvédőszer-felhasználási szabályok, valamint a hatóanyagok kivonása következtében egyre nagyobb szükség van olyan alternatív technológiák kidolgozására, amelyek hozzájárulnak a termésbiztonság fenntartásához.

## Köszönetnyilvánítás

A kutatást az Interreg- IPA CBC HUSRB/1602/41/0214 számú „Competitive sustainability of agricultural enterprises through the development of new products with added value based on alternative plant species” című projekt és a GINOP-2.3.3-15-2016-00042 azonosító számú pályázat támogatta.

## Irodalomjegyzék

- Aboutalebian M.A., Malmir M. (2017): Soybean yield and yield components affected by the mycorrhiza and bradyrhizobium at different rates of starter nitrogen fertilizer. *Semina: Ciências Agrárias* 38 (1): 2409–2418. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n4Supl1p2409>
- Bíró B., Köves-Péchy K., Szili Kovács T., and Szegi J. (1993): Effect of fertilizer on spontaneous Rhizobium infection in Hungarian soils. *Agrokémia és Talajtan*, 42 (1–2): 207–211.
- Chalk P.M., Souza R.D.F., Urquiaga S., Alves B.J.R., Boddey R.M. (2006): The role of Arbuscular mycorrhiza in legume symbiotic performance. *Soil Biology and Biochemistry*, 38 (9): 2944–2951.
- Filho M.M., Destro D., Miranda L.A., Spinosa W.A., Carrão-Panizzi M.C., Montalván R. (2001): Relationships among oil content, protein content and seed size in soybeans. *Brazilian Archives*



- of *Biology and Technology*, 44 (1): 23–32. [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-89132001000100004](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132001000100004) 2020.11.01.
- Kövics Gy., Tarcali G., Csüllög K., Rácz D., Bíró Gy., Csótó A., Szarukán I., Nagy A., Szanyi Sz., Szilágyi A., Kovács G. és Radócz L. (2020): A szója integrált védelme. *Növényvédelem*, 81 (56): 251–275.
- Lamprey S., Ahiabor B.D.K., Yeboah S., Osei D. (2014): Effect of Rhizobium Inoculants and reproductive growth stages on shoot biomass and yield of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Journal of Agricultural Science*, 6 (5): 44–54.
- Schmidt J., Zsédely E., Fébel H. (2014): A szója szerepe a gazdasági állatok takarmányozásában. *Agrofórum*, 9: 66–99.
- Soós T., Kónya K. (1978): Szója rhizobium oltóanyagokkal Ramann-féle erdőtalajon végzett szabadföldi vizsgálatok. *Agrokémia és talajtan*. 27 (3–4): 445–450.
- Sváb János (1981.): *Biometriai módszerek a kutatásban*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Ulzen J., Abaidoo R.C., Mensah N.E., Masso C., AbdelGadir A.H. (2016): Bradyrhizobium inoculants enhance grain yields of soybean and cowpea in northern Ghana. *Front. Plant. Sci.* 7:1770. doi:10.3389/fpls.2016.01770.
- Zimmer S., Messmer M., Haase T., Piepho HP., Mindermann A., Schulz H., Habekuß A., Ordon F., Wilbois KP., Heß J. (2016): Effects of soybean variety and Bradyrhizobium strains on yield, protein content and biological nitrogen fixation under cool growing conditions in Germany. *European Journal of Agronomy*, 72: 38–46.



## MAGYAR EREDMÉNYEK A TRITIKÁLÉ ÉLELMEZÉSI CÉLÚ FELHASZNÁLÁSÁBAN

Langó Bernadett – Ács Péterné – Purgel Szandra – Tömösközi Sándor –  
Bóna Lajos

**Absztrakt:** A búza és a rozs keresztezése révén létrehozott fiatal gabonanövény, a tritikálé számos környezeti és táplálkozási kihívással szemben lehetséges alternatíva, ám a humán célú felhasználáshoz kapcsolódó ismeretek bővítése szükséges feltétele a további alapanyag és termékfejlesztésnek. Kutatásunkban 10 tritikálé genotípust (fajtákat és törzseket) vizsgáltunk és hasonlítottunk össze búza és rozs fajtákkal. Vizsgáltuk a teljes szem makrokomponens és ásványi anyag összetételét, valamint ezek genetikai és környezeti változékonyságát, illetve elvégeztük a táplálkozási szempontból meghatározó makromolekulák, a szénhidrátok részletes jellemzését is. Az eredmények szerint a vizsgált tritikálék összetétele nagy hasonlóságot mutat a szülő nemzetségekkel, de az egyes genotípusok között jelentős eltérések mutatkoznak. A búzához hasonlítva a tritikáléban szignifikánsan magasabb élelmi rost értékeket mértünk, a rostok közel 50%-át az arabinoxilánok adják. Az erős környezeti hatások mellett is a vizsgált szegedi tritikálé fajták és törzsek az ásványi anyagok közül a Ca, Mg, Cu és Fe esetén évjárástól és termőhelytől függetlenül szignifikánsan magasabb értékekkel rendelkeztek mind a búza, mind a rozs kontrollhoz képest. A keményítő vizsgálata során azonosítottunk olyan tritikálékat, melyekben a nagyobb keményítő szemcseméret, magasabb amilóz aránnyal és hosszabb amilopektin láncokkal társul, mely táplálkozás-élettanilag előnyös. Az eredmények alapján a vizsgált tritikálé genotípusok közül több összetétele és táplálkozási szempontból alkalmas és előnyös a humán célú felhasználásra. Emellett az eredmények jól támogatják a szelekciós szempontok bővítését a nemesítésben, valamint iránymutatók lehetnek a tritikálé minőségi kritériumrendszerének bővítésében.

**Abstract:** Triticale, the young cereal crop, artificial hybrid of wheat and rye, is a possible alternative against several environmental and nutritional challenges. However, further research and material, product development would be required to increase the general knowledge about the possibility of its food use. In our research, 10 triticale genotypes (cultivars and advanced lines) were tested and compared them with wheat and rye cultivars. We examined the macrocomponent and mineral composition of the kernels, as well as their genetic and environmental variability, and we also performed a detailed characterization of the nutritionally determining macromolecules, carbohydrates. The results show that the composition of the studied triticales is very similar to the parental species, but there are significant differences between the genotypes. Compared to wheat, we measured significantly higher dietary fibre values in triticale, with nearly 50% of the fibres present as arabinoxylans. Despite the strong environmental effects, the studied triticale varieties and lines had significantly higher values for Ca, Mg, Cu and Fe, regardless of the year and place of production, compared to both wheat and rye controls. In case of starch characterization, we identified triticale in which the larger starch particle size is associated with a higher amylose ratio and longer amylopectin chains, which is nutritionally beneficial. Based on the results, several of the studied triticale genotypes are suitable and beneficial for human utilization from both compositional and nutritional point of view. In addition, the results provide good support for targeted selection in breeding and can be guidelines for expanding the quality criteria of triticale.

**Kulcsszavak:** tritikálé, élelmiszer, szénhidrát, keményítő, élelmi rost

**Keywords:** triticale, food, carbohydrate, starch, dietary fibre

## 1. Bevezetés

A tritikálé (*X Triticosecale* Wittmack), az első ember által létrehozott mesterséges (nemesített) gabonanövény a búza (*Triticum* sp.) és a rozs (*Secale cereale*) keresztezése révén, amely köztermesztésbe került.

A tritikálé alig másfél évszázados múltra tekint vissza, az 1800-as években fogalmazódott meg az igény, hogy a búza terméspotenciálját és sütőipari tulajdonságait a rozs ellenálló képességével társítsák (Darvey et al., 2000). Az első F1 hibrideket az angol Wilson és az amerikai Carman botanikusok hozták létre. Ezek sterilitása, illetve instabilitása miatt az első hibridek gyakorlati hasznosítására nem került sor és a növényvel kapcsolatos kutatások szüneteltek egészen az 1930-as évekig. Ekkor sikerült a sterilitási problémát leküzdeni az oktoploid tritikálék és a primer hexaploid tritikálé hibridek keresztezéséből származó F1 nemzedékek hexaploid tritikáléval végzett többszöri visszakeresztésével (mesterséges poliploidizáció) és így jött létre a másodlagos (szekunder) hexaploid tritikálé a 20. század második felében. Hazánk a kutatásokba a múlt század közepén kapcsolódott be, Kiss Árpád kecskeméti botanikus állította elő a világ első fajtáit, a stabil és termékeny Triticale No.57-et és No.64-et, melyek 1968-ban nyertek minősítést (Kiss, 1968). A mai tritikálé nemesítési eredmények megalapozásában Kiss mellett Muntzing (Svédország), O'Mara és Metzger (USA), Nakajima (Japán), Pissarev (Oroszország), Sanchez-Monge (Spanyolország), Pienaar (Dél Afrika) és Wolski (Lengyelország) is részt vettek. Az első termesztésre alkalmas tritikálé fajták előállítását követően a sikeres nemesítési programok eredményeképp a világ sok országában versenyképesé vált a növény, ma már több mint 4 millió hektáron termesztik világszerte. A legjelentősebb termőterületei Európában vannak, Magyarország a mintegy 120 ezer hektár területtel a világ 10 legjelentősebb tritikálé termelő országa közé tartozik (Bona et al., 2014). Az utóbbi évtizedekben a magyar nemesítés ismét fellendült, jelenleg 18 fajta szerepel a magyar Szántóföldi Növények Nemzeti fajtajegyzékében, ezek közül 11 magyar nemesítésű (Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, 2020).

A tritikálé előnye abban rejlik, hogy költség- és környezetkímélő módon termelhető, kevesebb vetőmaggal vethető és nem igényel sok műtrágyát. Egyaránt termeszthető kedvezőtlen (gyenge homoktalajokon rozs helyett) és kedvező (kiváló, búzának való, mélyrétegű csernozjom típusú talajokon) talajtulajdonságok mellett. A tritikálé kitűnően bokrosodik, fagy- és télállósága jó. A nemesítőknek sikerült az utóbbi években a növényt közömbössé tenni a nappalhosszúság iránt, ezért egyes fajták nagyon nagy földrajzi szélességben termesztethetők. A tritikálé örökölte a rozs alkalmazkodóképessége mellett a betegségtoleranciáját is. A tritikálé esetén sporadikusan figyelhető csak meg a levélrozsda (*Puccinia recondita*), kalászszeptona (*Stagonospora nodorum*) és a fuzáriumos megbetegedések (*Fusarium culmorum*, *Fusarium graminearum*). Rovarkártevői nem ismertek. Sűrű állományában a gyomok nem tudnak kifejlődni, így ezek ellen sem kell védekezni. Ezért biotermesztés céljára a kalászos gabonák közül a legjobban megfelel.

A Európában elsősorban takarmányozásra használatos, Indiában és Etiópiában kifejezetten kenyérgabonaként termesztik. Jó komponense a takarmányoknak vagy

takarmánytápoknak sertések, marhák és 6 hetesnél idősebb szárnyasok (pulyka, liba, kacska, broiler) részére, de a zöld növényből is értékes szálas takarmány, szilázs készülhet (Peña, 2004). Mivel az első fajták beltartalmi és technológiai jellemzői gyengébbek voltak a várt, étkezési búzához hasonló minőségtől, így élelmezési célú felhasználása nem idült el. Az utóbbi évtizedek nemesítői munkája igyekezett a felhasználhatóságot befolyásoló jellemzőket javítani, így a tritikálé humán célú hasznosításával kapcsolatos kutatások és termékfejlesztések ismét megindultak (McGoverin et al., 2011).

Kutatásunkban szegedi tritikálé fajták és törzsek humán célú felhasználása szempontjából fontos beltartalmi mutatóit (makrokomponens összetétel, ásványi anyag tartalom) vizsgáltuk több termőhelyen és évjáraton keresztül, vizsgálva a genotípus, környezet és ezek kölcsönhatásainak szerepét az összetételi paraméterek változására, illetve a fajták és törzsek stabilitását. A gabonák minősítésének új szempontjait követve részletesen vizsgáltuk és jellemeztük a szénhidrát komponenseket is.

## 2. Anyag és módszer

### 2.1. Alapanyagok

A kutatásunk során a Gabonakutató Nonprofit Kft. hexaploid tritikálé nemesítői anyagát használtuk. 10 jó agronómiai tulajdonságokkal rendelkező genotípust választottunk ki, mely 7 előrehaladt,  $F_{4-6}$  generációs vonalat (Tc1, Tc2, Tc3, Tc4, Tc5, Tc6, Tc7), illetve a 3 bejelentett fajtát (GK Rege, GK Idus, GK Szemes) foglalt magában. Összehasonlító mintaként átlagos minőségű, és az irodalomban már részletesen jellemzett Jubilejnaja-50 (J-50) búza és Wibro rozs fajtákat használtunk. A minták Kiszombor termőhelyről származtak. Azon mintákon, amelyeken vizsgáltuk a termőhely hatását, ott a párhuzamos mintasort Szeged-Kecskéstelep termőhelyen is elvetették. A minták 2012-2015 évjáratokból származtak, az alkalmazott agrotechnika minden évben azonos volt. A vizsgálatokhoz teljes szemből örleményt állítottunk elő CYCLOTEC 1093 (Tecator, Svédország) típusú ciklon malommal, a szemcseméret  $< 1$  mm volt.

### 2.2. Módszerek

#### 2.2.1. A beltartalmi összetétel meghatározása

A nyersfehérje tartalmat Dumas módszerrel (AACC 46-30.01), a nyerszsír tartalmat módosított Soxhlet extrakcióval (AACC 30-25.01), a hamutartalmat gravimetriásan (AACC 08-01.01), a nedvességtartalmat gyors szárítási módszerrel (AACC 44-19.01) mértük. Az élelmi rost tartalom meghatározást enzimes-gravimetriás módszerrel, AACC 32-05.01 alapján végeztük, a keményítőtartalom meghatározása AACC 76-13.01 szerint történt Megazyme Total Dietary Fiber enzim kit és Megazyme Total Starch Assay enzim kit (Megazyme International Ireland Ltd., Írország) felhasználásával. Az ásványi anyag összetételt nagytisztaságú salétromsavban történt mikrohullámú roncsolás után ICP-OES módszerrel határoztuk meg.

### 2.2.2. A szénhidrát jellemzők meghatározása

A keményítőt centrifugálás alapú elválasztással nyertük ki (Jaiswal–Chibbar, 2017). A keményítőszemcsék morfológiáját vékony arany borítás után SEM használatával 520X, 990X és 5300X nagyítás mellett vizsgáltuk. A keményítő granulák méreteloszlását keményítő szuszpenzióból mértük lézer diffrakciós módszerrel (Asare et al., 2011). Az amilóz tartalom meghatározása SE-HPLC módszerrel történt Demeke et al., 1999 szerint. Az amilopektin lánchosszúság vizsgálatára FACE technikát alkalmaztunk (O'Shea et al., 1998). Az arabinoxilán tartalom mérésére GC módszert használtunk Gebruers et al., 2009 szerint. A  $\beta$ -glükán (AACC 32-23.01) meghatározás enzimes-fotometriás módszerrel történt Megazyme  $\beta$ -Glucan Assay enzim kit (Megazyme International Ireland Ltd., Írország) segítségével. A rezisztens keményítő mennyiségét fotometriásan határoztuk meg (AACC 32-40.01). A szabad cukrok (glükóz, fruktóz, szacharóz) mennyiségét HPLC módszerrel határoztuk meg (Tihomirova et al., 2016).

### 2.2.3. Az eredmények statisztikai értékelése

A mérési adatok statisztikai értékelése a STATISTICA 13 (StatSoft, USA) program használatával történt. Az átlagok közötti eltérések vizsgálatára *post hoc* Tukey HSD tesztet használtunk. A vizsgált hatások értékelésére ANOVA-t alkalmaztunk. A variancia homogenitását Hartley-, Cochran-, és Bartlett teszttel ellenőriztük. A számításokat minden esetben  $p < 0,05$  szignifikancia szinten végeztük el.

## 3. Eredmények és értékelésük

### 3.1. Makrokomponens összetétel

A szelektált tritikálé fajták és vonalak makrokomponens összetétele hasonlít a szülő nemzetségekhez, a búza és a rozs közötti értékeket mutat (1. táblázat). A GK Idus fajtának kimagasló nyersfehérje, nyerszsír és élelmi rost tartalma van, míg a GK Regének magas a nyerszsír és oldható élelmi rost tartalma a többi vizsgált tritikáléhoz viszonyítva. A GK Szemes stabilan átlagos értékeket mutat az összes vizsgált paraméterben. A törzsek közül a Tc2, Tc4 és Tc5 kiemelkedően teljesítettek. Így a fajták beltartalmilag előnyösek a humán célú felhasználásra, a vonalak pedig jól alkalmazhatók a további nemesítési programokban, hogy még előnyösebb táplálkozás-élettani tulajdonságokkal rendelkező genotípusokat hozzanak létre a nemesítők.

A makrokomponensek a szignifikáns genotípusos hatás mellett a környezeti hatásoktól is kis mértékben függnek. Szignifikáns termőhely hatás mutatható ki a nyersfehérje és a rost tartalom alakulására is. Az évjárat hatása ezzel szemben minden mért paraméter esetén jelentős volt, különösen erős hatást gyakorolt a nyersfehérje és a keményítő tartalom esetén. Továbbá számos kölcsönhatás is kimutatható a vizsgált faktorok között, tehát a szelekció során ezen hatásokra is figyelemmel kell lenni a nemesítőknek.

1. táblázat: Makrokomponens összetétel (%) a tritikálékban, valamint a kontroll búza és rozs fajtákban (3 évjárat, 2 termőhely)

	Nyersfehérje	Nyerszsír	Hamu	Keményítő	Élelmi rost
<b>Tritikálék</b>					
Tc1	12,6 <sup>ab</sup>	1,19 <sup>ab</sup>	1,58 <sup>a</sup>	60,9 <sup>ab</sup>	11,9 <sup>bc</sup>
Tc2	13,7 <sup>b</sup>	1,34 <sup>b</sup>	1,56 <sup>a</sup>	59,6 <sup>a</sup>	11,5 <sup>b</sup>
Tc3	13,2 <sup>b</sup>	1,21 <sup>ab</sup>	1,55 <sup>a</sup>	62,8 <sup>b</sup>	9,4 <sup>a</sup>
Tc4	12,1 <sup>a</sup>	1,12 <sup>a</sup>	1,71 <sup>b</sup>	62,1 <sup>b</sup>	10,8 <sup>ab</sup>
Tc5	11,8 <sup>a</sup>	1,10 <sup>a</sup>	1,69 <sup>b</sup>	61,6 <sup>ab</sup>	11,6 <sup>b</sup>
Tc6	12,0 <sup>a</sup>	1,15 <sup>a</sup>	1,64 <sup>ab</sup>	62,0 <sup>ab</sup>	11,2 <sup>b</sup>
Tc7	11,8 <sup>a</sup>	1,11 <sup>a</sup>	1,65 <sup>ab</sup>	61,7 <sup>ab</sup>	11,6 <sup>b</sup>
GK Szemes	12,1 <sup>a</sup>	1,17 <sup>ab</sup>	1,67 <sup>b</sup>	62,8 <sup>b</sup>	10,2 <sup>ab</sup>
GK Rege	12,0 <sup>a</sup>	1,42 <sup>b</sup>	1,81 <sup>c</sup>	62,8 <sup>b</sup>	9,9 <sup>ab</sup>
GK Idus	12,9 <sup>ab</sup>	1,69 <sup>c</sup>	1,61 <sup>ab</sup>	59,5 <sup>a</sup>	12,5 <sup>c</sup>
Átlag	12,4	1,25	1,66	61,6	11,1
<b>Kontrollok</b>					
Búza	13,6 <sup>*</sup>	1,37 <sup>*</sup>	1,39 <sup>*</sup>	61,6 <sup>NS</sup>	9,7 <sup>*</sup>
Rozs	12,1 <sup>NS</sup>	1,28 <sup>NS</sup>	1,68 <sup>NS</sup>	59,3 <sup>*</sup>	13,5 <sup>*</sup>
SD	1,3	0,24	0,16	1,3	1,8

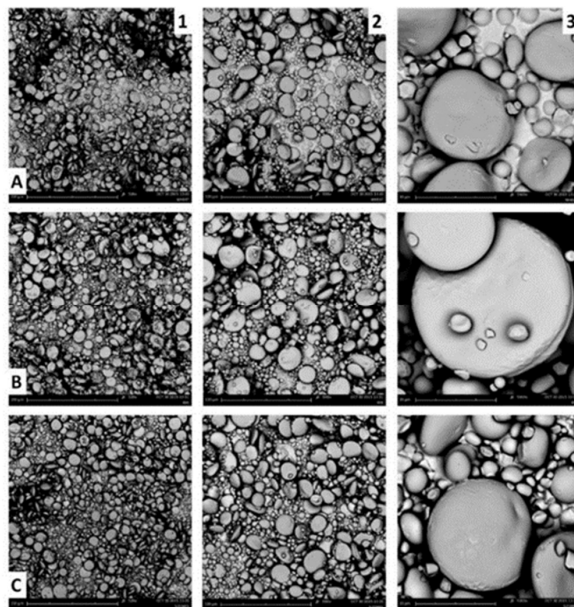
Egy oszlopon belül a különböző betűvel jelölt tritikálé értékek különböznek  $p < 0,05$  szignifikancia szinten, ahol „a” jelöli a legkisebb értéket. A tritikálé és a búza, illetve rozs közötti eltérés a kontrolloknál van jelölve (NS = nem szignifikáns, \* = szignifikáns).

### 3.1.1. Keményítő tulajdonságok

A gabonák szénhidrátjainak legjelentősebb részét a keményítő teszi ki, mely a magbelsőben szemcsék formájában van jelen (1. ábra). A tritikálé keményítő szemcsékre a bimodális méreteloszlás volt jellemző, a keményítőszemcsék mérete 2  $\mu\text{m}$  és 69  $\mu\text{m}$  között változott, és három típusú szemcse volt elkülöníthető: a kisméretű C-típus (< 5  $\mu\text{m}$ ), a közepes B-típus (5-15  $\mu\text{m}$ ) és a nagy A-típus (> 15  $\mu\text{m}$ ). A búzához és a rozshoz hasonlítva a tritikálé keményítő magasabb arányban tartalmazott nagy, A-típusú granulákat (70,5-81,9%). A közepes (11,9-23,8%) és kicsi (3,2-5,9%) keményítő szemcsék aránya alacsonyabb volt.

Az amilóz tartalom a tritikálé keményítőkben 23,9 és 34,5% között változott a különböző genotípusokban. Az átlagos amilóz koncentráció a rozshoz (28,9%) hasonló volt, és szignifikánsan alacsonyabb, mint a búzában (32,5%) mért érték. Az amilopektin lánc hossz eloszlása a búza és a rozs átmeneteként jellemezhető a tritikálé esetén, néhány tritikálé genotípus (Tc1, Tc2, GK Rege) a búzához, mások (Tc5 és GK Idus) lánc hossz eloszlása a rozshoz hasonló. Mind a tritikáléra, mind az összehasonlító mintákra jellemző volt, hogy az amilopektin láncok jelentős hányada (~70%) a 6 és 36 glükóz egység közötti régióban található. Azon genotípusokban (Tc1, Tc2, GK Rege és GK Szemes), melyekben a nagyobb keményítő szemcseméret, magasabb amilóz aránnyal és hosszabb amilopektin láncokkal társul, lassabb hidrolízis feltételezhető, mely táplálkozás-élettanilag előnyös.

**1. ábra: Keményítő szemcsék SEM felvételei búza (A), rozs (B) és tritikálé (GK Szemes fajta) (C) mintákban 520X (1), 990X (2), 5300X (3) nagyításban**



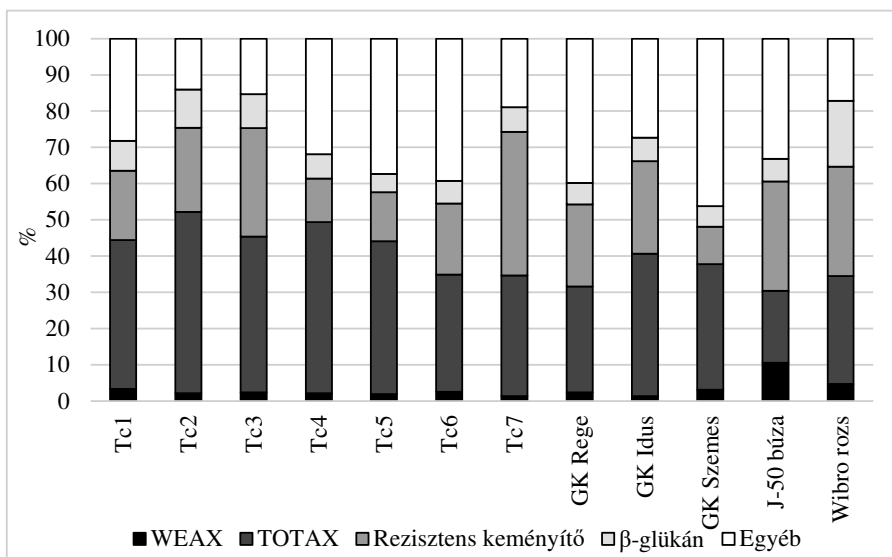
### 3.1.2. Élelmi rost összetétel

A rostösszetételt a 2. ábra szemlélteti. Az összes arabinoxilán tartalom erős változatosságot mutatott a tritikálé genotípusokban, 4,06 és 7,40% között változott. Ez az érték szignifikánsan magasabb a búza kontrollhoz (4,14%) viszonyítva, néhány genotípusban (Tc4, Tc5, Tc7 vonalak és GK Rege fajta) az összehasonlító rozs értékénél (6,02%) is magasabbnak bizonyult. Kevesebb mint 10%-a az összes arabinoxilán tartalomnak vízzoldható, mennyisége 0,21-0,44% tartományban változott.

A  $\beta$ -glükán koncentráció 0,75 és 1,17% közötti értékeket mutatott a tritikálékban. A rezisztens keményítő 1,9-5,9%-ban volt jelen, hasonlóan a rozs értékéhez, kivéve a Tc3 és Tc7 vonalakat, melyek magasabb értékeket vettek fel, mint a többi tritikálé. A fő rostalkotó arabinoxilánok mennyisége tekintetében a tritikálé inkább a táplálkozástanilag kedvezőbb tulajdonságokat mutató rozshoz áll közelebb. Így elmondható, hogy a búzához viszonyítva felhasználása előnyös lehet. Továbbá e tulajdonság lehet az, melyet a nemesítés során is érdemes lehet jobban kihasználni, a szelekciós szempontok közé bevenni, akár nemesítési programot kialakítani az arányok megőrzésére, illetve további növelésére.



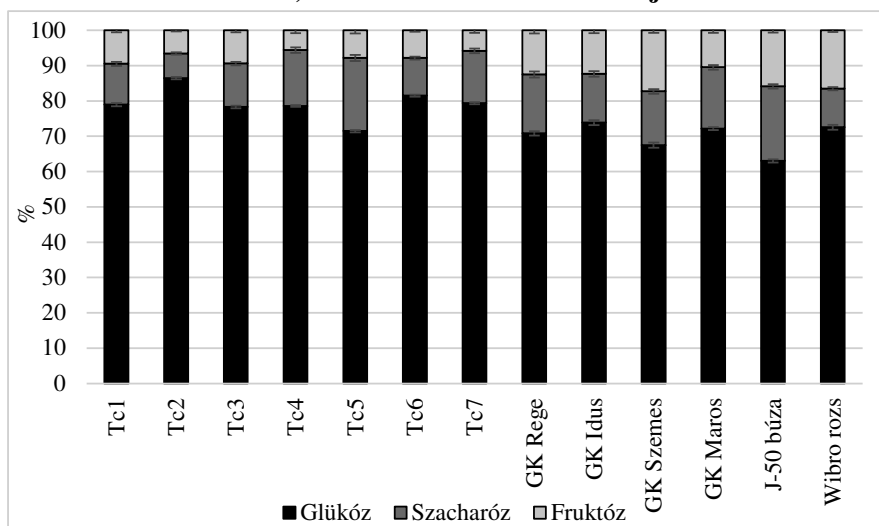
**2. ábra: WEAX (vízoldható arabinoxilán), TOTAX (összes arabinoxilán), rezisztens keményítő,  $\beta$ -glükán és egyéb élelmi rost komponensek aránya a tritikálékban, és a kontroll búza és rozs fajtákban**



### 3.1.3. Egyszerű cukor összetétel

A gabona szénhidrátoknak csak kis részét alkotják az egyszerű cukrok. A tritikálékban az összes egyszerű cukor tartalom 3,92 és 5,51% között változott, a rozs kontrollhoz (4,30%) hasonlóan magasabb cukor koncentrációkat mértem, szignifikánsabban magasabb értékeket, mint a búza kontrollban (2,84%). Ez a végtermék előállítás során, a fermentációs folyamatok intenzitására lehet hatással. A glükóz volt a legjelentősebb cukor komponens (71-86%), értéke 2,81-4,09% volt tritikálékban. A szacharóz (7-21%) és a fruktóz (6-17%) kisebb arányban volt jelen a tritikálékban. A szacharóz mennyisége 0,33-0,84%, míg a fruktóz mennyisége 0,28-0,75% volt (3. ábra).

### 3. ábra: A glükóz, szacharóz és a fruktóz egyszerű cukor komponensek aránya tritikálében, és a kontroll búza és rozs fajtákban



### 3.2. Ásványi anyag összetétel

A vizsgált ásványi anyagok értékeit a 2. táblázat mutatja.

2. táblázat: A makro- és mikroelemek értékei (mg/kg) a tritikálében, valamint a kontroll búzában és rozsban (3 évjárat, 2 termőhely)

	Ca	Mg	K	Na	P	Mn	Cu	Zn	Fe
Tc1	356 <sup>bc</sup>	1154 <sup>b</sup>	4077 <sup>ab</sup>	12,1 <sup>a</sup>	2710 <sup>b</sup>	31,55 <sup>c</sup>	5,48 <sup>b</sup>	20,0 <sup>b</sup>	28,1 <sup>ab</sup>
Tc2	311 <sup>ab</sup>	1152 <sup>b</sup>	4225 <sup>c</sup>	12,5 <sup>a</sup>	2773 <sup>b</sup>	31,9 <sup>c</sup>	5,35 <sup>b</sup>	22,5 <sup>c</sup>	31,9 <sup>c</sup>
Tc3	368 <sup>bc</sup>	1165 <sup>b</sup>	4082 <sup>ab</sup>	14,2 <sup>bc</sup>	2585 <sup>a</sup>	25,0 <sup>ab</sup>	5,75 <sup>b</sup>	24,5 <sup>d</sup>	26,3 <sup>a</sup>
Tc4	336 <sup>b</sup>	1196 <sup>bc</sup>	4454 <sup>d</sup>	14,7 <sup>c</sup>	2997 <sup>cd</sup>	34,5 <sup>d</sup>	6,03 <sup>c</sup>	24,9 <sup>d</sup>	30,6 <sup>bc</sup>
Tc5	381 <sup>c</sup>	1107 <sup>a</sup>	4105 <sup>bc</sup>	13,7 <sup>b</sup>	2817 <sup>bc</sup>	27,6 <sup>b</sup>	4,52 <sup>a</sup>	21,3 <sup>bc</sup>	26,4 <sup>a</sup>
Tc6	339 <sup>b</sup>	1180 <sup>b</sup>	4517 <sup>d</sup>	14,5 <sup>bc</sup>	2926 <sup>c</sup>	29,4 <sup>bc</sup>	5,25 <sup>b</sup>	20,3 <sup>b</sup>	28,5 <sup>ab</sup>
Tc7	299 <sup>a</sup>	1187 <sup>bc</sup>	4535 <sup>d</sup>	13,2 <sup>ab</sup>	3095 <sup>cd</sup>	31,6 <sup>c</sup>	5,33 <sup>b</sup>	20,8 <sup>b</sup>	29,1 <sup>b</sup>
GK Szemes	312 <sup>ab</sup>	1155 <sup>b</sup>	3957 <sup>ab</sup>	13,7 <sup>b</sup>	2930 <sup>c</sup>	23,9 <sup>a</sup>	6,25 <sup>c</sup>	24,6 <sup>d</sup>	25,8 <sup>a</sup>
GK Rege	384 <sup>c</sup>	1234 <sup>c</sup>	4512 <sup>d</sup>	14,2 <sup>bc</sup>	2927 <sup>c</sup>	29,8 <sup>bc</sup>	5,63 <sup>b</sup>	20,9 <sup>b</sup>	37,1 <sup>c</sup>
GK Idus	278 <sup>a</sup>	1155 <sup>b</sup>	3877 <sup>a</sup>	14,2 <sup>bc</sup>	2840 <sup>bc</sup>	29,2 <sup>bc</sup>	6,33 <sup>c</sup>	17,3 <sup>a</sup>	33,1 <sup>d</sup>
Átlag	340	1169	4227	13,7	2862	29,3	5,60	20,8	28,6
<b>Kontrollok</b>									
Búza	303 <sup>*</sup>	858 <sup>*</sup>	3205 <sup>*</sup>	13,0 <sup>*</sup>	2363 <sup>*</sup>	28,6 <sup>*</sup>	4,0 <sup>*</sup>	29,7 <sup>*</sup>	17,2 <sup>*</sup>
Ros	322 <sup>*</sup>	1033 <sup>*</sup>	4340 <sup>*</sup>	10,5 <sup>*</sup>	2848 <sup>NS</sup>	23,2 <sup>*</sup>	5,1 <sup>*</sup>	30,3 <sup>*</sup>	21,4 <sup>*</sup>
SD	22	18	37	0,76	13	1,88	0,37	0,83	2,0

Egy oszlopon belül a különböző betűvel jelölt tritikálé értékek különböznek  $p < 0,05$  szignifikancia szinten, ahol „a” jelöli a legkisebb értéket. A tritikálé és a búza, illetve rozs közötti eltérés a kontrolloknál van jelölve (NS = nem szignifikáns, \* = szignifikáns).

A genotípusos hatás minden vizsgált elem esetén szignifikáns volt. A varianciaanalízis a vártaknak megfelelően megerősítette a szignifikáns termőhely hatást minden elem esetén, kivéve a Na. Az évjárat önmagában szintén szignifikáns volt, kivéve a K esetén. Az erős környezeti hatások mellett is a vizsgált szegedi tritikálé fajták és törzsek ásványi anyag összetételben a Ca, Mg, Cu és Fe esetén évjáratától és termőhelytől függetlenül szignifikánsan magasabb értékekkel rendelkeztek mind a búza és mind a rozs kontrollhoz képest. A többi elem tekintetében a két szülő nemzetség képviselői közötti értékeket mutattak.

#### 4. Következtetések, összegzés, záró megjegyzések, záró gondolatok

Összegzésként elmondható, hogy az eredmények értékes információkkal szolgálnak a tritikálé táplálkozástani tulajdonságairól, illetve azok genotípustól és környezettől függő változékonyságáról. A vizsgált tritikálék beltartalmi értékeik alapján alkalmasak és több esetben előnyösek a humán célú felhasználásra. Az eredmények iránymutatóak lehetnek a minőség további javítására a nemesítés során, a jövőben új, táplálkozástanilag előnyösebb tulajdonságokkal rendelkező fajták hozhatók létre, melyek segíthetnek megőrizni a magyar fajták pozícióját a vetőmag piacon.

#### Irodalomjegyzék

- AACC International. Approved Methods of Analysis, 11th Ed. (Method 46-30.01.) Crude protein-Combustion method. (Method 30-25.01.) Crude fat in wheat, corn, and soy flour, feeds, and mixed feeds. (Method 08-01.01.) Ash-basic method. (Method 44-19.01.) Moisture-Air-oven method, drying at 135°. (Method 32-05.01.) Soluble, Insoluble, and Total Dietary Fiber in Foods and Food Products. (Method 76-13.01.) Total Starch Assay Procedure (Megazyme Amyloglucosidase/alpha-Amylase Method). (Method 32-40.01.) Resistant starch in starch samples and plant materials. (Method 32-23.01.)  $\beta$ -Glucan Content of Barley and Oats - Rapid Enzymatic Procedure. AACCI: St. Paul, USA.
- Asare, E. K., Jaiswal, S., Maley, J., Baga, M., Sammynaiken, R., Rossnagel, B. G., Chibbar, R. N. (2011): Barley grain constituents, starch composition, and structure affect starch in vitro enzymatic hydrolysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 4743–4754.
- Bona L., Acs E., Lantos Cs., Tomoskozi S., Lango B. (2014): Human Utilization of triticales: Technological and nutritional aspects. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 79 (4): 139–152.
- Darvey N. L., Naeem H., Gustafson J. P. (2000): Triticales: production and utilization. In: Kulp K., Ponte Jr. J. G. (szerk.): *Handbook of Cereal Science and Technology*. Marcel Dekker, New York. pp. 257–274.
- Demeke, T., Hucl, P., Abdel-Aal, E., Baga, M., Chibbar, R. N. (1999): Biochemical characterization of the wheat waxy A protein and its effect on starch properties. *Cereal Chemistry*, 76, 694–698.
- Gebruers, K., Courtin, C. M., Delcour, J. A. (2009): Quantification of arabinoxylans and their degree of branching using gas chromatography. In: Shewry P. R., Ward J. L. (szerk.): *Healthgrain Methods, Analysis of Bioactive Components in Small Grain Cereals*. AACC International, St. Paul, Minnesota, USA. pp. 177–189.
- Jaiswal, S., Chibbar, R. N. (2017): Amylopectin small chain glucans form structure fingerprint that determines botanical origin of starch. *Carbohydrate Polymers*, 158, 112–123.
- Kiss Á. (1968): *Triticale, a homok új gabonája*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

- McGoverin C. M., Snyders F., Muller N., Botes W., Fox G., Manley M. (2011): A review of triticale uses and the effect of growth environment on grain quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91 (7): 1155–1165.
- NÉBIH (2020). Szántóföldi Növények Nemzeti Fajtajegyzék 2020. Hozzáférhető: <https://portal.nebih.gov.hu/-/nemzeti-fajtajegyzek>
- O'Shea, M., Samuel, M., Konik, C., Morell, M. (1998): Fluorophore assisted carbohydrate electrophoresis (FACE) of oligosaccharides: efficiency of labelling and high-resolution separation. *Carbohydrate Research*, 307, 1–12.
- Peña R. J. (2004): Food uses of triticale. *FAO Plant Production and Protection Paper*, 179, 37-48.
- Tihomirova, K., Dalecka, B., Mezule, L. (2016): Application of conventional HPLC RI technique for sugar analysis in hydrolysed hay. *Agronomy Research*, 14 (5): 1713–1719.

## AZ ÜLTETÉS ÉS BETAKARÍTÁS IDEJÉNEK HATÁSA AZ ÉDESBURGONYA [*IPOMOEA BATATAS* (L.) LAM.] TERMÉSÉRE

Monostori Tamás – Bartók Andrea – Gombos Zsolt – Vojnich Viktor –  
Jakab Péter – Bordé Ádám – Szarvas Adrienn

**Absztrakt:** A hazai édesburgonya termésének és terméshozamának javításában nélkülözhetetlen szerepe van – a vírusmentes szaporítóanyag-ellátás megoldása mellett – a termőhely- és genotípus-specifikus termesztéstechnológia kísérleteken alapú kidolgozásának. Kísérletünkben egy hazai, minősített batátafajta, az 'Ásotthalmi12' ültetési és vetési idejének optimalizálásával kapcsolatban gyűjtöttünk információt. Az ültetés négy időszakban, 2018. május 17. és június 26. között történt, a betakarításra 2018. szeptember 27. és november 7. között került sor. A maximális átlagtermést növényenként (2355 g) a legkorábbi, május 17-i ültetés és szeptember 28-i betakarítás esetén kaptuk, ugyanakkor a legalacsonyabb termést (1100 g) a legkésőbbi, június 22-26. közötti ültetés és november 5-i betakarítás eredményezte. A hektárra átszámított (50 ezer növény  $\text{Ha}^{-1}$ ) termést tekintve, a legmagasabb és legalacsonyabb termés között 63 tonna  $\text{Ha}^{-1}$  különbség is lehet.

**Abstract:** In addition to solving the supply of virus-free propagating material, the development of site- and genotype-specific cultivation techniques on the basis of experiments plays an essential role in improving the yield stability and production of Hungarian sweet potatoes. In our experiment, we collected information on the optimization of the planting and harvesting time of a domestic certified sweet potato variety, 'Ásotthalmi12', on medium-hard soil. Planting took place in four periods, between 17 May and 26 June 2018, while the harvest between 27 September and 7 November 2018. The maximum average yield per plant (2355 g) was achieved for the earliest planting on 17 May and for the harvest on 28 September, while the lowest yield (1100 g) was the result of the latest planting from 22 to 26 June and the harvest on 5 November. In terms of the yield converted per hectare (50,000 plants  $\text{Ha}^{-1}$ ), there may be a difference of 63 tons between the highest and lowest crops.

**Kulcsszavak:** édesburgonya, ültetés, betakarítás, termésátlag, tőszám

**Keywords:** sweet potato, planting, harvest, yield, plant density

### 1. Bevezetés

Annak ellenére, hogy a fokozott fogyasztói igényekkel párhuzamosan a termelői kedv, egyúttal a termőterület is megnövekedett, a hazai édesburgonya [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] termés napjainkban nem tudja kielégíteni a magyar fogyasztók igényeit. A kereskedelemben a hazai termelésű batátát március-áprilisban felváltja az import. Az édesburgonya-kutatás évszázados múltja tekint vissza Magyarországon, azonban a termésmennyiség és a terméshozam javítása napjainkra nélkülözhetetlenné tette – a vírusmentes szaporítóanyag-ellátás kérdésének megoldása mellett – a termőhely- és genotípus-specifikus termesztéstechnológia kísérleteken alapú kidolgozását.

Az édesburgonya szabadföldi ültetése a fagyok elmúltával kezdődhet meg, amikor a talajhőmérséklet 10 cm mélységben eléri a legalább 18 °C-ot 4 egymást követő napon keresztül. A túl korai kiültetésből fejlődő növényeket károsíthatja a fagy, a dugványok gyökerei nem növekednek megfelelően, az indák lilás színűek lesznek, vigoruk csökken, a gumóhozam alacsony, továbbá a gyökerek hosszúság

helyett kerekded vagy vaskos formájúak lesznek (Thompson et al., 2014; North Carolina SweetPotato Commission, é.n.). Egy korábbi, hazai tapasztalatokon alapuló technológiai ajánlás szerint, a kiültetés május 20. előtt a fagyveszély, júniusban pedig már a lerövidült tenyészidő miatt nem javasolt (Horváth, 1991). Gyakorlati tapasztalatok, azonban, azt mutatták, hogy a már május első dekádja után megkezdett és az egy, vagy akár két hónappal később befejezett ültetés is eredményezhet elfogadható hozamot (Váraljai Tamás, személyes közlés).

Az édesburgonya élő növény, melyet a mérsékelt égövön egyévesként termesztnek. Ezért, a burgonyától eltérően, a raktározó gyökereket nem biológiai érettségben takarítjuk be – azok bármikor felszedhetők, ha elérték a piacos méretet (Brandenberger et al., 2014). Mind a túl korai, mind a megkésett betakarítás kerülendő, első esetben az alacsonyabb termésátlag és a rosszabb tárolási minőség, második esetben a gyökerek „fásodása”, a zsizsikésedés és a rothadás valószínűségének fokozódása miatt (Horváth és Proksza, 2005; Stathers et al., 2013). Hazai viszonyok között, 4-6 hónapos tenyészidővel számolva, Horváth és Proksza (2005) október 5. és 10. közötti betakarítást javasol.

Kísérletünkben célul tűztük ki, hogy az államilag minősített, narancssárga húsú batátafajta, az 'Ásotthalmi12' bevonásával meghatározzuk a különböző ültetési és betakarítási idők hatását az édesburgonya hozamára.

## 2. Anyag és módszer

Az üzemi kísérletre 2018-ban, Tiszaszigeten került sor, középkötött-kötött talajon. A kiinduló növényanyagot az 'Ásotthalmi12' édesburgonya fajta saját előállítású, hajtattott gumóról vágott elsődleges dugványai (20-25 cm, 4-6 levél) adták. Az ültetés kétsoros, szorítótárcsás ültetőgéppel történt 80 cm sor- és 25 cm tötávolságra, ami 50,000 hektáronkénti növényszámot jelent. A kísérlet alapját adó különböző ültetési időpontokat, a betakarítási időkkel együtt, lent ismertetjük (1. táblázat).

Az öntözést csepegtető rendszerrel végeztük, a növények igényeihez igazodva, de legalább hetente egyszer. Tápanyag-visszapótlás egyedül KNO<sub>3</sub>-tal, az öntözőrendszeren keresztül történt. A talajlakó kártevők elleni védekezésre az *Arthrobotrys oligospora* spórát tartalmazó kereskedelmi készítményt alkalmaztuk, a tenyészidőszak alatt 2-3 alkalommal, a gyártó előírása szerint. A kézi gyomirtásra 2 alkalommal került sor. Betakarítás előtt a batáta lombozatát rotációs fűkaszával távolítottuk el, a betakarítás rázóvillás soros kiemelőgéppel és kézzel történt.

Az ültetést négy időszakban végeztük 2018. május 17. és június 26. között, betakarításra 2018. szeptember 27. és november 7. között került sor, az 1. táblázatban ismertetett rendszerben.

Az értékeléshez a terület egészét reprezentálóan, véletlenszerűen kiválasztott 20-20 növényegyed gyökértömegét mértük meg. A fő betakarítási időszakban (1/2) 4, a '2' kezelés esetében 2, míg a többinél 1-1 parcella 20-20 növényének termését határoztuk meg. Az adatok statisztikai értékelését egytényezős varianciaanalízissel végeztük, a Microsoft Excel programban.

1. táblázat: A batáta kísérlet ültetésének és betakarításának rendszere 2018-ban

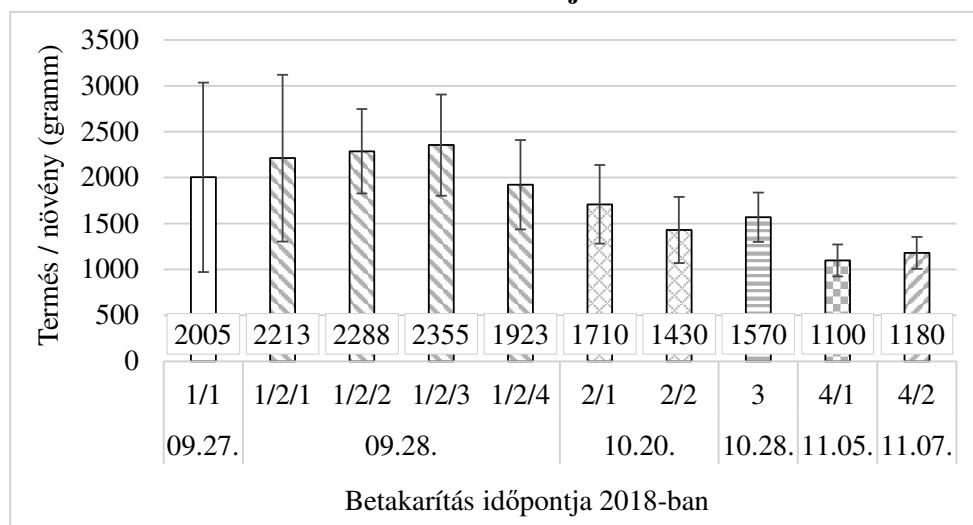
Ültetés sorszáma	Ültetés időpontja	Betakarítás időpontja	Kezelés kódja
1.	május 17.	szeptember 27.	1/1
		szeptember 28.	1/2
2.	június 5-7.	október 20.	2
3.	június 15-20.	október 28.	3
4.	június 22-26.	november 5.	4/1
		november 7.	4/2

### 3. Eredmények és értékelésük

A 2018. év tenyészidőszakában az adott kezelések – és ahol releváns, azok ismétléseinek – 20-20 növényből egy növényre számított termésátlagot az 1. ábra mutatja. Az '1/2' kezelés 4 ismétlésének átlaga 2195 gramm, a '2' kezelés 2 ismétlésének átlaga 1570 gramm. A tövenkénti átlagtermés értékeit, 50 000 hektáronkénti növényszám mellett, hektáronkénti termésre átszámítva a 2. táblázat mutatja.

A maximális átlagtermést növényenként (2355 g) a legkorábbi, május 17-i ültetés és szeptember 28-i betakarítás (1/2/3) esetén kaptuk, ugyanakkor a legalacsonyabb termést (1100 g) a legkésőbbi, június 22-26. közötti ültetés és november 5-i betakarítás (4/1) eredményezte (1. ábra). A tendencia a többszörös kezelések eredményeinek átlaga (2195 g, illetve 1570 g) alapján sem módosul.

1. ábra: A batáta növények átlagtermése növényenként, az adatok szórásának jelölésével



Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

A növényenként számított termés hektáronkénti hozamra történő extrapolálásával a legmagasabb (118 tonna  $\text{Ha}^{-1}$ ) és a legalacsonyabb (55 tonna  $\text{Ha}^{-1}$ ) hozam közötti különbség akár 63 tonna  $\text{Ha}^{-1}$  is lehet (2. táblázat). A különböző kezelések közötti különbség, azonban, az adatok nagymértékű szórása miatt nem szignifikáns.

2. táblázat: A batáta kísérlet hektárra átszámított termésátlagai  
(50 ezer tő  $\text{Ha}^{-1}$ )

Kezelés	Betakarítás időpontja	Termés (tonna $\text{Ha}^{-1}$ )
1/1	2018.09.27.	100,25
1/2/1	2018.09.28.	110,63
1/2/2		114,38
1/2/3		117,75
1/2/4		96,13
2/1	2018.10.20.	85,50
2/2		71,50
3	2018.10.28.	78,50
4/1	2018.11.05.	55,00
4/2	2018.11.07.	59,00

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

#### 4. Következtetések, összegzés

A kísérletünkben elért átlagtermés (55-117 tonna  $\text{Ha}^{-1}$ ) messze meghaladta a hektáronként 18-25 tonnára tehető hazai (Fehér, 2016) és 25 tonnás európai (FAOSTAT, 2018) termésátlagot, ugyanakkor DNy-romániai kísérletekben is beszámoltak a 'Pumpkin' fajtával elért magas, 53,3 tonna  $\text{Ha}^{-1}$  termésátlagról (Maria és Rodica, 2015), illetve lengyelországi kísérletben a 'Carmen Rubin' fajta 47 tonna  $\text{Ha}^{-1}$  terméséről (Krochmal-Marczak és Sawicka, 2010). A hazai és európai átlagoktól való jelentős eltérést nem indokolhatja a kísérleti beállítás kiválósága. Valószínűsíthető, hogy az átlagosnál hosszabb tenyészidő (ld. lent) adott évben jelentős mértékben hozzájárulhatott a termés növekedéséhez, így a véletlenszerűen kiválasztott minták többsége az átlagon felüli termésű növények közül kerülhetett ki – az '1/2/3' kezelés részeredményei, például, 1500 és 3600 g közé estek. Az átlagon felüli teljesítmény ellenére, azonban, az eredmények mindenképp alkalmasak a tendenciák értékelésére, hiszen a random mintavétel mellett a mintaszám (20-80) is garantálja a megbízhatóságot.

Eredményeink azt mutatják, hogy – az általános tendenciákat illetően – a korábbi ültetés és betakarítás magasabb gyökérhozamot eredményezhet. Ennek alapján, a magyar édesburgonya-termesztők bevett gyakorlata – az ültetés június végéig és a betakarítás október végéig történő kitolása – adott esetben a vártnál alacsonyabb



termést is eredményezhet. Javasolt az ültetés elvégzése a legkorábban, amikor azt a környezeti feltételek – elsősorban a hőmérséklet – már lehetővé teszik. Az Észak-Karolinai Édesburgonya Bizottság 4 napig legalább 18 °C-os talajhőmérsékletre vonatkozó ajánlása (North Carolina SweetPotato Commission, é.n.) hazai körülmények között – jelenlegi tapasztalataink szerint is – túlzottan szigorúnak tekinthető. A mások által javasolt, utolsó fagyok után legalább 4 hét várakozás, illetve egyszerűen a fagyok biztos elmúltá utáni ültetés (Albert, é.n.; Bivalyos.hu, é.n.), ugyanakkor, kísérletünk alapján is reális javaslatnak bizonyult. A hőmérsékleti minimumot, azonban, mindenképpen érdemes legalább 10 °C-ban meghatározni (Bušić, é.n.).

Adott édesburgonya genotípus tenyészidejét figyelembe véve, korai ültetés esetén a betakarítás időpontja is optimálisan korai lesz. A nemzetközileg legjelentősebb batáta fajták (pl. 'Beauregard', 'Georgia Jet', 'Covington', 'Jewel') tenyészideje 90-110 nap (Andersen, é.n.). Az 'Ásotthalmi12' fajta tenyészidejéről nincs hivatalos információ, de kísérletünkben az említettnél jelentősen hosszabb, körülbelül 130 napos tenyészidő szerinti ültetés és betakarítás is megfelelő termést eredményezett, még késői ültetés esetén is. Hasonlóan hosszú, 120 napnál hosszabb tenyészidővel történő termesztés (május végi ültetés, október eleji betakarítás) jellemző különböző fajtákkal végzett lengyelországi kísérletekben is (Krochmal-Marczak et al., 2014).

Egyéves eredményeink alapján, tehát, a hazai gyakorlatban is mindenképp javasolt a batáta korai ültetésére és betakarítására törekedni. Ennek figyelembe vételével, illetve az 'Ásotthalmi12' fajta esetében egy hosszú tenyészidő betartásával, megfelelő ökológiai és technológiai feltételek mellett, akár átlagon felüli termés is biztonsággal elérhető.

## Köszönetnyilvánítás

A kutatás „Az édesburgonya termőhely- és fajtaspecifikus termesztéstechnológiájának, valamint kórokozómentes szaporítóanyag-előállításának fejlesztése” című, az „Innovációs operatív csoportok létrehozása és az innovatív projekt megvalósításához szükséges beruházás támogatása - VP3-16.1.1-4.1.5-4.2.1-4.2.2-8.1.1-8.2.1-8.3.1-8.5.1-8.5.2-8.6.1-17” program keretében folyó projekt támogatásával valósult meg.

## Irodalomjegyzék

- Albert, S. (é.n.): *How to grow sweet potatoes*.  
<[https://harvesttotable.com/how\\_to\\_grow\\_sweet\\_potatoes/](https://harvesttotable.com/how_to_grow_sweet_potatoes/)> (2020.10.09.)
- Andersen, C.R. (é.n.): *Sweet potato. Home Gardening Series – FSA6018*. University of Arkansas Cooperative Extension Service Printing Services. 8 p.  
<<https://www.uaex.edu/publications/PDF/FSA-6018.pdf>> (2020.10.09.)
- Bivalyos.hu (é.n.): *A batáta termesztése – Ültetés*. <https://www.bivalyos.hu/a-batata-termesztese/> (2020.10.14.)
- Brandenberger, L., Shrefler, J., Rebek, E., Damicone, J. (2014): *Sweet potato production. Oklahoma Cooperative Extension Service, HLA-6022*. Oklahoma State University, 8 p.

- Bušić, Ž. (é.n.): *Batat*. Hrvatski Zavod za Poljoprivrednu Savjetodavnu Službu. 8 p.  
<[https://www.savjetodavna.hr/wp-content/uploads/publikacije/batat\\_web.pdf](https://www.savjetodavna.hr/wp-content/uploads/publikacije/batat_web.pdf)> (2015.01.14.)
- FAOSTAT (2018) <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>> 2020.10.12.
- Fehér B.-né (2016): Hazánkban is termesztethető a batáta. *Kertészet és Szőlészet*, 65 (1): 8–10.
- Horváth L. (1991): A batáta és termesztése: Az édesburgonya Magyarországon. *Kertészet és Szőlészet*, 40 (15): 16–17.
- Horváth L., Proksza P. (2005): Burgonyatermesztőknek az édesburgonyáról. *Burgonyatermesztés – A gyakorló burgonyatermelők részére*, 6 (1): 19–22.
- Krochmal-Marczak, B., Sawicka, B. (2010): Variability of economic characteristics of *Ipomoea batatas* L. (Lam.) in the conditions of cultivation under cover. *Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska Lublin – Polonia*, 65 (4): 29–40.
- Krochmal-Marczak, B., Sawicka, B., Supski, J., Cebulak, T., Paradowska, K. (2014): Nutrition value of the sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) cultivated in south – eastern Polish conditions. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 4 (4): 169–178.
- Maria, D., Rodica, S. (2015): Researches on the sweet potato (*Ipomea batatas* L.) behaviour under the soil and climatic conditions of the South-West of Romania. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 19 (1): 79–84.
- North Carolina SweetPotato Commission (é.n.): *Planting. Growing sweetpotatoes in North Carolina*. <<http://www.ncsweetpotatoes.com/sweet-potato-industry/growing-sweet-potatoes-in-north-carolina/planting/>> (2016.02.13.)
- Stathers, T., Bechoff, A., Sindi, K., Low, J., Ndyetabula, D. (2013): *Everything you ever wanted to know about sweetpotato: Reaching agents of change ToT manual. Vol. 5: Harvesting and postharvest management, Processing and utilisation, Marketing and entrepreneurship*. International Potato Center, Nairobi, Kenya. Pp. 189–270.
- Thompson, P., Williams, M., Byrd, J., Thomas, J., Parvin, D., Killebrew, F. (2014): *Commercial sweetpotato production in Mississippi*. Mississippi State University Extension Service. Publication 1678. <<http://msucares.com/pubs/publications/p1678.html>> (2015.01.24.)

## ANTIBIOTIKUM KIVÁLTÁSÁNAK VIZSGÁLATA A TŐGYGYULLADÁS KEZELÉSÉBEN TEHENEKNÉL

Gráff Myrtil – Tóth Violetta – Mikó Edit

**Absztrakt:** A baktériumok rezisztenciája egyre súlyosabb probléma a mastitis kezelésében, a tehenészetekben. A szerzők egy első ízben alkalmazott alternatív szer eredményeit dolgozták fel. A tehenészeti telep tőgyinfúzióként alkalmazta a szert, havonta kétszer, a befejekések előtt. A tejben nem volt kimutatható gátlóanyag tartalom a kezelés 4 hónapja alatt. Folyamatosan csökkent a tej szomatikus sejt tartalma (490 700-ról 217 400 sejt/cm<sup>3</sup>). A 3. és 4. kezeléskor ez a csökkenés szignifikáns volt. Azonban, két kezelés között emelkedett az SCC. További vizsgálatokra van szükség a szer hatásos koncentrációjának és a kezelések gyakoriságának a megállapítására. Amikor az SCC normál szintre állt be, akkor szignifikánsan emelkedett a tej fehérje tartalma. A tejszír tartalom is a fajtára jellemző értéken maradt. A szer nem befolyásolta károsan a tej összetételét. A tejtermelés jelentősen javult a kezelések hatására. A 3. és a 4. kezelése után szignifikánsan megnőtt a tejmennyiség (33,3 tej/kg) a kiinduló állapothoz képest (24,4 tej/kg). Az eredmények azt mutatják, hogy a szer hatásosnak bizonyult a mastitis elleni küzdelemben és érdemes további kísérleteket elvégezni a tökéletesítés érdekében.

**Abstract:** Bacterial resistance is an increasingly serious problem in the treatment of mastitis in dairy farms. The authors processed the results of an alternative agent, used for the first time. The dairy farm applied the agent as a udder infusion, twice a month, before quality control of raw milk. There was no detectable chemical inhibitor (antibiotic residue) content in the milk during 4 months of treatment. The somatic cell content of milk continuously decreased (from 490,700 to 217,400 cell/cm<sup>3</sup>). This decrease was significant for treatments 3 and 4. However, SCC increased between two treatments. Further experiments are needed to determine the effective concentration of the alternative agent and the frequency of treatments. When the SCC returned to normal levels, the protein content of the milk increased significantly. The milk fat content also remained at the value typical of Holstein-Friesian. The agent did not adversely affect the composition of milk. Milk production improved significantly as a result of the treatments. After treatments 3. and 4., there was a significant increase in milk volume (33,3 milk/kg) Compared to baseline (24,4 milk/kg). The results show that this alternative agent is effective in the fight against mastitis and is worth further experimentation for improvement.

**Kulcsszavak:** SCC, mastitis, alternatív kezelés, tejösszetétel, tejtermelés

**Keywords:** SCC, mastitis, alternative treatment, milk composition, milk production

### 1. Bevezetés

Az állattenyésztési ágazatban a WHO ajánlások mellett az Európai Unió is stratégiai célként fogalmazta meg az antibiotikum felhasználás jelentős visszaszorítását az iparszerűen működő állattartó telepeken. (Magyar Mezőgazdaság, 2018). Az új antimikrobiális szerek kifejlesztése nem tart lépést a jelenlegi antimikrobiális szerekkel szembeni rezisztencia terjedésével. Az antimikrobiális szerek állatokon alkalmazott gyógyászati készítményekben való felhasználása gyorsíthatja az azokra rezisztens mikroorganizmusok megjelenését és terjedését, és veszélybe sodorhatja az emberi fertőzések kezelésére használatos, már így is korlátozott számú ilyen szer hatékonyságát. Az antibiotikumot tartalmazó gyógyszerkészítmények csak kivételesen, állatok egyedi kezelése esetén használhatók profilaxisra. Az antimikrobiális gyógyászati készítmények csak akkor használhatók metafilaxisra

(megelőzés és kezelés egyszerre), ha magas a fertőzés vagy a fertőző betegség terjedésének kockázata állatok egy csoportján belül, és ha nem állnak rendelkezésre megfelelő alternatívák. Az antimikrobiális hatású szerek – körültekintő alkalmazására vonatkozó tagállami nemzeti politikák megerősítése érdekében szükség lehet e szerek használatának korlátozására vagy megtiltására (Európai Parlament és a Tanács (Eu) 2019/6 rendelet). Az antibiotikumok javallatában ma már kizárólag a terápia, illetve a terápiához kapcsolódó metafilaxis szerepelhet. Több antimikrobiális hatóanyag kombinációban történő alkalmazása fokozott veszélyt jelenthet a rezisztencia kialakulása szempontjából (NÉBIH, 2020).

A tejtermelő tehenészeti telepeken az antibiotikumok egyre szélesebb körű használatával, a terápiával szemben ellenálló baktériumok, főként a *Staphylococcus aureus* okozza a legtöbb gondot a tőgygyulladás kezelésében. Jelenleg nem ismert kellően hatékony terápia ellene (Jánosi, 2002). Ugyanakkor egyre több gazdaságban jelenik meg a *Prototheca* spp. (klorophyll mentes egysejtű algák), által okozott tőgygyulladás is. *Prototheca* okozta mastitist az egyik legnehezebben megoldható tőgygyulladás. Ennek oka, hogy az alga a legtöbb antimikrobiális szerrel szemben rezisztens. A mastitis az állatállományban jelentős termeléskiesést, ezzel gazdasági kárt jelent. A veszteségek főleg a csökkenő tejtermelésre, a kiselejtezett tejre, a kiselejtezett tehenekre, azok pótlására (borjúnevelés költsége) az állatorvosi költségekre vezethetők vissza. A tőgygyulladásos tej sem emberi sem állati fogyasztásra (borjak táplálására) nem alkalmas, a patogén kórokozók magas száma miatt. A mastitis a tej összetételét is megváltoztatja. A mikrobiális fertőzések megváltoztatják a tej összetételét, és a tejet kevésbé teszik alkalmassá fogyasztásra és feldolgozásra. A kutatások kimutatták, hogy az emelkedett SCC ( $> 200\,000$  sejt / ml) jelentős hatással van a tőgyre. A tőgygyulladás a tőgy tejszekréciós sejtjeinek sérülését okozza, ami csökkenti, a laktóz, zsír és fehérje szintézisét, valamint a tejhozamot (Schallibaum, 2001).

A tőgygyulladásakor a szomatikus sejtek közül a fehérvérsejtek száma emelkedik meg, melyek a gyulladás mértékével arányosan nőnek. A tej SCC-jét érintő legfontosabb tényező a tőgy fertőzése, és minden más tényező, mint például az életkor, a laktáció szakasza, az időjárás, kisebb jelentőségű (Eberhart et al., 1979; Reneau, 1986).

Súlyos egészségügyi és gazdasági következményei vannak a baktériumok rezisztenciájának a hagyományos biocid termékekkel szemben. Ez tette szükségessé egy hatékony, környezetbarát és fenntartható alternatíva kidolgozását, így került kifejlesztésre a SteriClean termékcsalád SteriClean Vet Finish tagja, mely nem antibiotikum. A terméket első ízben alkalmazta tőgyinfúzióként, egy olyan tejtermelő tehenészeti telep, ahol az állomány egy részében súlyos tőgygyulladással küzdenek. Ezen kutatás fő célja felmérni az alkalmazott szer hatékonyságát a mastitis elleni küzdelemben. Továbbá arra is keressük a választ, hogy változnak-e a tej beltartalmi értékei (tejfehérje, tejszír) a kezelés hatására, esetlegesen károsítja-e a tej összetevőit, és gátlóanyag tartalom kimutatható-e.

## **2. Anyag és módszer**

A vizsgált telepen kb. 1250 törzskönyvezett Holstein szarvasmarhát tartanak tejtermelési céllal. 2x2x12/48 állásos halszállás fejőházban fejnek. A régóta tartó, súlyos tőgygyulladással küzdő, antibiotikumos kezelésekre nem javuló, magas szomatikus sejtszámú (SCC= Somatic cell count) tejet adó teheneken próbálták ki a szert.

A SteriClean Vet Finish hatásmechanizmusa, összetevői és a szermaradvány mentessége biztosítja azt, hogy széleskörűen felhasználható. A nem veszélyes minőségű szer nagy hatásfokú baktericid, fungicid, yeasticid és virucid spektrummal rendelkezik. Azonnal kifejti a hatását, amit az állategészségügyben univerzálisan fel lehetne használni, de tőgyinfúzióként még nem alkalmazták. Ez, egy folyékony, víz állagú szer, mely önmagában tőgyinfúzióként alkalmazva könnyen kifolyik a tőgyből és nem lehet hatásosan felmasszírozni a tőgy felsőbb állományába sem. Ezért, viszkozitás növelőként, az állatgyógyászatban használatos CP- Vet gélt használták és a Vet Finish hígítására desztillált vizet. Ebből a keverékből juttattak fel a beteg tőgynegyedbe 8 g mennyiséget, kb 10 ml-t, tőgyinfúziós ampulla segítségével.

Összesen 107 tejmintát eredményeit dolgoztuk fel, a vizsgált időszak 4 hónapja alatt (2020. márc.- jún.). A havi befejeések előtti héten kétszer kaptak kezelést az állatok, egy nap kihagyással tőgyinfúzió formájában. A befejeések során, a mintavételi flakonokba levett egyedtej mintákat a Tejvizsgáló Laboratórium (Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft.) vizsgálta be. Szomatikus sejtszám, gátlóanyag tartalom, tejfehérje, tejszír méréseket végeztek. A kapott adatokat, valamint az egyedi tejmenyiség értékeit Excel táblázatba rendeztük, majd az SPSS program segítségével statisztikai számításokat végeztünk, melyhez két csoportot állítottunk fel. A kontroll csoportban a kezelés előtt álló tehenek tejmintái szerepelnek, míg a kezeltben, ugyanezen tehenek kezelés utáni tejmintái.

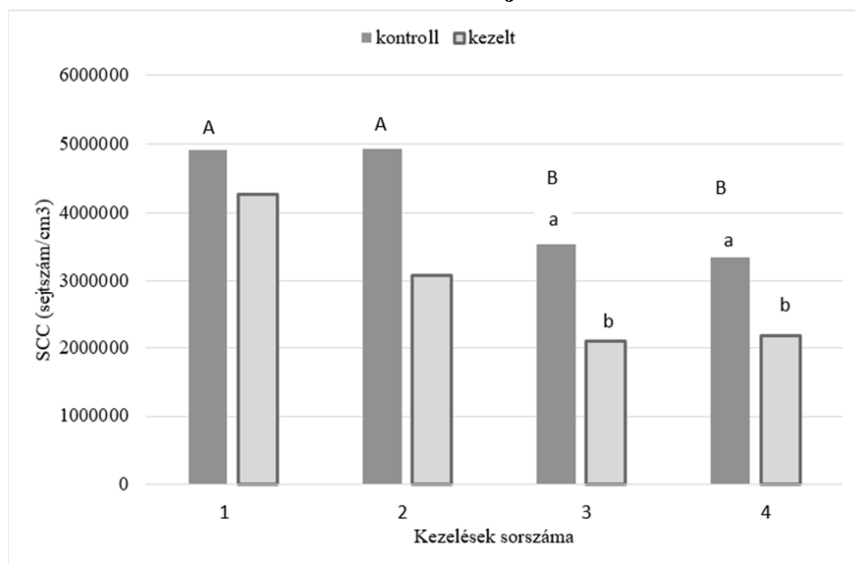
## **3. Eredmények és értékelésük**

A várakozásnak megfelelően a bevizsgált tejek gátlóanyagot nem tartalmaztak, a szer gyorsan lebomló, rövid ható idejű.

### **A szomatikus sejtszám alakulása a vizsgált időszakban**

A szomatikus sejtszám tekintetében a megengedett határérték a tejben 400 000 sejtszám/cm<sup>3</sup>. De a normál tejben, vagyis a teljesen egészséges tőgyű tehenekben az SCC kevesebb, mint 200 000 sejt/ml, az ennél magasabb érték már tőgyfertőzésre utal (Bilal- Ahmad, 2004). Az 1. ábrán látható, hogy az első két hónapban a kontroll csoportok SCC értékei jóval a határérték fölött voltak (490 700 sejtszám/cm<sup>3</sup>). Ezek az értékek a csoportok átlagértékeit mutatják, ami azt jelenti, hogy ennél jóval magasabb SCC is volt a tejmintákban.

1. ábra: A szomatikus sejtszám alakulása



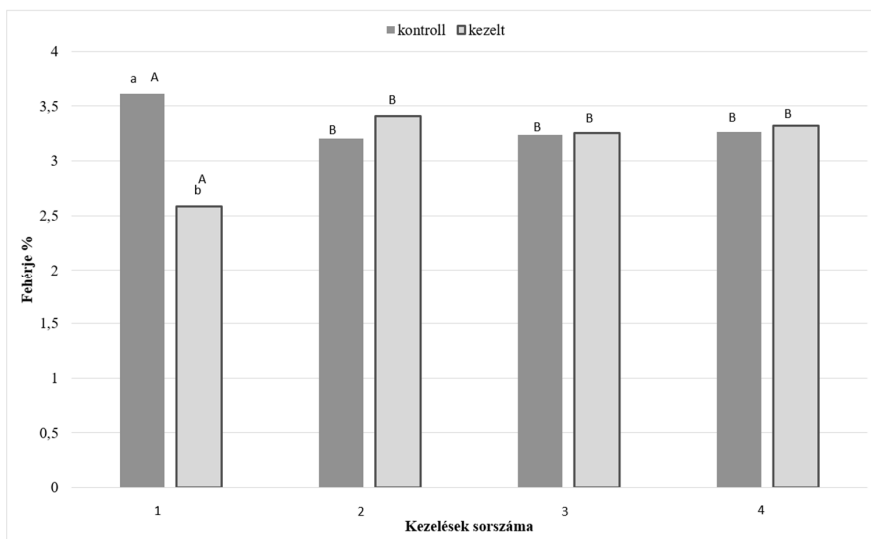
Forrás: A szerző saját szerkesztése (2020). Az eltérő kisbetűk szignifikáns különbséget jelölnek a kontroll és kezelt csoportok között, egy kezelés során. Az eltérő nagybetűk szignifikáns különbséget jelölnek a kezelések között ( $P < 0,05$ ).

A első kezelés hatására csökkent az SCC, de a következő hónapra ismét a kiinduló állapotra emelkedett, ami arra utal, hogy gyakoribb kezelésre van szükség. A második kezelés után már a megengedett határérték alá került a sejtszám/cm<sup>3</sup> (308 794 sejt/cm<sup>3</sup>). A 3. és 4. kezelésnél, már a kontroll csoport szomatikus sejtszáma is kevesebb volt, mint 400 000 sejtszám/cm<sup>3</sup>. A 3. és 4. kezelés értékei között alig van különbség, a kezelések után 217 400 sejtszám/cm<sup>3</sup>-re csökkent. A tőgyinfúzióra azonban szükség volt a 4. alkalommal is a gyulladás visszaszorítására, mivel a kontroll csoport értéke megemelkedett a két kezelés közötti időben. A 3. és 4. kezelések során szignifikánsan csökkent a szomatikus sejtszám a kontroll csoportokhoz képest. Összességében megállapítható, hogy a tej szomatikus sejt tartalma folyamatosan csökkent (490 700-ról 217 400 sejt/cm<sup>3</sup>).

### A tejfehérje alakulása a vizsgált időszakban

A tejfehérje nélkülözhetetlenül fontos szerepet tölt be az állati fehérjeszükségletünk kielégítésében, alapvető táplálékaink készülnek ebből: sajt, túró, joghurt stb. (Holló-Szabó, 2011). A tehéntej átlagos fehérje tartalma 3,4–3,5% között van, azonban minél gazdagabb a tej fehérjében, annál magasabb a tápértéke és annál több sajtot lehet előállítani. Fontos szempont tehát, hogy az alkalmazott tőgyinfúzió ne csökkentse, károsítsa a tőgyben szintetizálódó fehérjét. Ennek ellenőrzésére vizsgáltuk meg a fehérje tartalom alakulását, melyet a 2. ábra szemléltet.

2. ábra: A tejfehérje alakulása



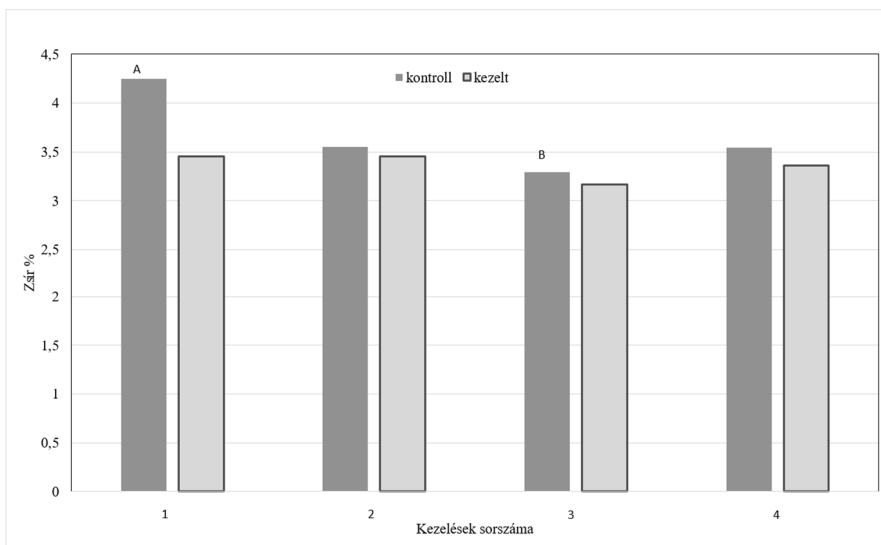
Forrás: A szerző saját szerkesztése (2020). Az eltérő kisbetűk szignifikáns különbséget jelölnek a kontroll és kezelt csoportok között, egy kezelés során. Az eltérő nagybetűk szignifikáns különbséget jelölnek a kezelések között, külön a kezelt és külön a kontroll csoportban ( $P < 0,05$ ).

Az első hónapban szignifikánsan csökkent a tejfehérje %, a kezelés előtti állapothoz képest (3,60-2,60%). Feltételezhető, hogy ennek oka az erősen gyulladt tőgy. A magas SCC miatt csökken a tej kazein fehérje tartalma, ami a sajthozamot is csökkenti (Sharif–Muhammad, 2008). A további kezeléseknél, amikor már csökkent az SCC, vagyis a tőgygyulladás mértéke, a fehérje tartalom szignifikánsan emelkedett és ezen a szinten is maradt. Kis mértékben még emelkedett is a kezelések után, bár nem érte el a kiinduló szintet (3,33%).

### A tejszír alakulása a vizsgált időszakban

A tejszír a tej egyik legfontosabb alkotórésze, fontos élelmiszerek alapanyaga (vaj, tejföl, tejszín, zsíros sajt), ezért előnyös, ha a tejipari feldolgozásra kerülő tej nagy zsírtartalmú (Holló–Szabó, 2011). Ugyanakkor a mastitis csökkenti a tej tápértékét, fehérje- és zsírtartalmát (Ullah et al., 2005). A Holstein-fríz tehenek tejének átlagos zsírtartalma: 3,6-3,8%, de ezt számos tényező befolyásolja (pl. a takarmányozás). A 3. ábrán látható, hogy a kezelése megkezdése előtt ennél jóval zsírosabb volt a tehenek teje (4,25%), ami a 3. kezelésre szignifikáns mértékben csökkent a kontroll csoportok között. A kezdeti magas zsírtartalomnak az lehetett az oka, hogy ekkor a tejtermelés alacsony volt (3. ábra) és ezért a tej koncentráltabb. Kukovics et al., (1996) negatív összefüggés talált az SCC és a napi tejhozam (és laktóz tartalom) között, valamint a pozitív összefüggést a tejszír, tejfehérje tartalomban, bár ezek a korrelációk laktáció és év szerint változtak.

### 3. ábra: A tejsír alakulása



Forrás: A szerző saját szerkesztése (2020). Az eltérő nagybetűk szignifikáns különbséget jelölnek a kontroll csoportok között ( $P < 0,05$ ).

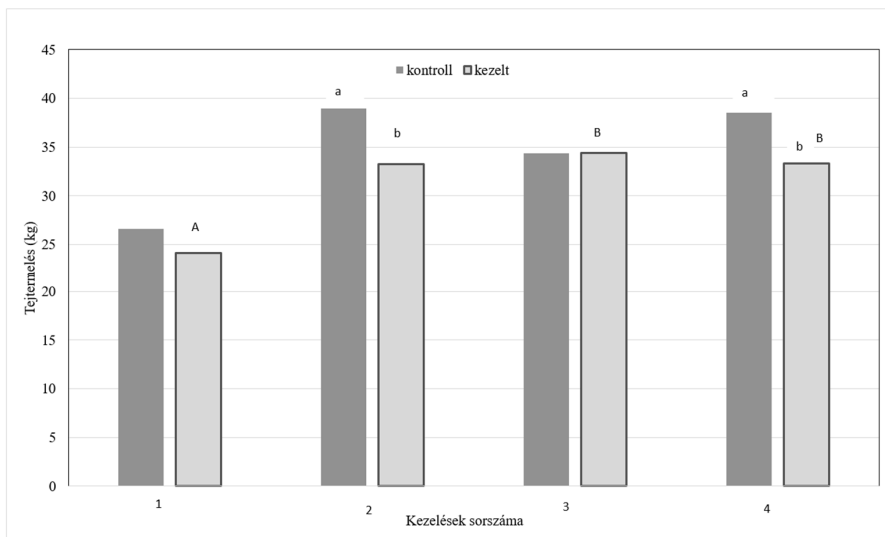
A tej zsírtartalmában a legnagyobb különbség a kezelés előtti és utáni állapot között az első kezelésnél figyelhető meg. A továbbiakban, mind a kezelt, mind a kontroll csoport értékei nagyon hasonlóak voltak. A tejsír 3,4% körüli értéken mozgott a kezelések után.

#### A tejmenyiség alakulása a vizsgált időszakban

A mastitis kórokozó mikrobái a tőgy szöveteinek elváltozását okozzák, ami a tejtermelés csökkenéséhez vezet (Koldewey et al., 1999). Ezt a tejtermelés csökkenést a mi estünkben is igazolja a 4. ábra. Az első kezelés során volt a legalacsonyabb a tejtermelés (25 tejk g körül) mindkét csoportban, mivel itt még a kezelés után is magas maradt az SCC, vagyis a gyulladás mértéke (1. ábra).



4. ábra: Tejmennyiség alakulása



Forrás: A szerző saját szerkesztése (2020). Az eltérő kisbetűk szignifikáns különbséget jelölnek a kontroll és kezelt csoportok között, egy kezelés során. Az eltérő nagybetűk szignifikáns különbséget jelölnek a kezelések között, a kezelt a csoportban ( $P < 0,05$ ).

A második hónapban megemelkedett a tejtermelés és a továbbiakban is ezen a szinten maradt (34, tejk g körül), kisebb ingadozásoktól eltekintve. A kezelt csoportokat összehasonlítva látható hogy szignifikánsan több volt a tejmennyiség 3. és 4. hónapban, mint az elsőben (24,4-ről 34,4 és 33,3 tejk g). A szomatikus sejtszám is a 3. és 4. kezelése után csökkent jelentősen, ez magyarázza a tejtermelés javulását. Ugyanakkor, ha egy adott hónap kezelés előtti és utáni állapotát vetjük össze, akkor meg kell állapítani, hogy a kezelések után kissé csökkent a tejtermelés az 1., 2. és 4. alkalommal.

#### 4. Következtetések, összegzés, záró megjegyzések, záró gondolatok

A SteriClean Vet Finish tőgyinfúzióként való alkalmazása során a tejben nem volt kimutatható gátlóanyag tartalom, a szer gyorsan lebomló, rövid ható idejű.

A kezelések hatására folyamatosan csökkent a tej szomatikus sejt tartalma. A 3. és 4. kezelésnél ez a csökkenés szignifikáns volt a kontroll csoportokhoz képest, ami az alkalmazott szer hatékonyságát bizonyítja. A kezdeti értékről, vagyis 490 700-ról 217 400-re csökkent a szomatikus sejtszám/cm<sup>3</sup> a vizsgálat 4 hónapja alatt. Azonban két kezelés között emelkedett az SCC, ami arra utal, hogy növelni kell a kezelések gyakoriságát. További kísérletek tárgyát képezi annak a minimális kezelési gyakoriságnak a megállapítása, ami elegendő a mastitis eredményes kezeléséhez. További vizsgálatra van szükség a SteriClean Vet Finish legkisebb, de még hatásos koncentrációjának a megállapítására is. Biopsziás tőgyszövetetani vizsgálatot is javasunk annak kiderítésére, hogy a szer okoz-e elváltozásokat a tőgyben.

A fehérje tartalom jelentősen csökkent a tejben az első kezelés után. Feltételezhetően, ennek oka az erősen gyulladt tőgy volt. Ellenben a következő tőgyinfúzió után, már szignifikánsan megemelkedett az érték és a továbbiakban egyenletesen, a Holstein-frízre jellemző szinten maradt (3,33%).

A tej zsírtartalma, hasonlóan a fehérjéhez, az első kezelés után csökkent, bár itt nem szignifikánsan (4,25; 3,45%). A továbbiakban is ezen a szinten maradt, mind a kezelt, mind a kontroll csoportban, az érték magasabb, mint a fajtára jellemző 3,2%-os zsírtartalom.

Összességében elmondhatjuk, hogy a szer nem befolyásolta károsan a tej összetételét, beltartalmi értékei nem romlottak.

A tejtermelés jelentősen javult a kezelések hatására. A 3. és 4. kezelések után szignifikánsan megnőtt a tejmennyiség (34,4 és 33,3 tejkg) a kiinduló állapothoz képest (24,4tejk). A tejtermelés jelentős javulása egybeesett az SCC szignifikáns csökkenésével.

Az itt ismertetett eredmények azt mutatják, hogy a szer hatásosnak bizonyult a mastitis elleni küzdelemben és érdemes további kísérleteket elvégezni a tökéletesítés érdekében.

## Irodalomjegyzék

- Bilal, M. Q., Ahmad A. (2004): Dairy Hygiene and Disease Prevention. Usman and Bilal Printing Linkers, Faisalabad, Pakistan.
- Eberhart, R. J., H. Gilmore, L. J. Hutchinson, S. B. Spencer, (1979): SCC in DHI samples. 18th Annual Meeting of National Mastitis Council, Louisville, Kentucky, USA, pp: 32–40.
- Európai Parlament és a Tanács (Eu) 2019/6 rendelete: Az *Európai Unió Hivatalos Lapja*, (L4) Jogszabályok (44.-46. bekezdés) 62. évfolyam 2019. január 7., ISSN 1977-0731 <[http://publications.europa.eu/resource/cellar/f192b5a4-1209-11e9-81b4-01aa75ed71a1.0012.03/DOC\\_1#L\\_2019004HU.01004301.doc](http://publications.europa.eu/resource/cellar/f192b5a4-1209-11e9-81b4-01aa75ed71a1.0012.03/DOC_1#L_2019004HU.01004301.doc)> (2020. 10. 05.)
- Holló I., Szabó F. (2011): *Állattenyésztés, Szarvasmarhatenyésztés*, Kaposvári Egyetem; Pannon Egyetem <[https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0059\\_szarvasmarha\\_tenyesztes/ch03.html](https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0059_szarvasmarha_tenyesztes/ch03.html)> (2020. 10. 11.)
- Jánosi Sz. (2002): Új szempontok a tehenek tőgygyulladásának kórélettanában, klinikumában és gyógykezelésében, *Doktori Értekezés Tézisei*, Szent István Egyetem Állatorvos-Tudományi Doktori Iskola, Budapest, 3.
- Koldewej, E., Emanuelson U., Janson L. (1999): Relation of milk production loss to somatic cell count. *Acta Vet. Scand.*, 40: 47–56.
- Kovalcsik E. (2018): Antibiotikum mentes sertésenyésztés, *Magyar Mezőgazdaság*, 2018. 08. 23., Kukovics S., Molnar A., Abraham A., Schusztér T. (1996): Phenotypic correlation between somatic cell count and milk components. *Allata. Takarm.*, 45: 205–215.
- NÉBIH: <<https://portal.nebih.gov.hu/web/guest/-/antibiotikumok-engedelyezese-kulonos-tekintettel-a-tobb-hatoanyagot-tartalmazó-keszitmenyekre>> (2020. 10. 17.)
- Reneau, J. K., (1986): Effective use of dairy herd improvement somatic cell counts in mastitis control. *J. Dairy Sci.*, 69: 1708–1720.
- Schallibaum, M. (2001): Impact of SCC on the quality of fluid milk and cheese. *40th Annual Meeting, National Mastitis Council*, Madison, WI, USA. pp: 38–46.
- Sharif A., Muhammad G. (2008) : Somatic cell count as an indicator of udder health status under modern dairy production. *Pakistan Vet. J.*, 28(4): 194–200.
- Ullah S., Ahmad T., Bilal, M. Q., Zia-ur-rehman, Muhammad G., Rehman S.U. (2005): The effect of severity of mastitis on protein and fat contents of buffalo milk. *Pakistan Vet. J.*, 25: 1–4.

## AZ ŐZ TÁPLÁLKOZÁSÁNAK SAJÁTOSSÁGAI

Barta Tamás – Majzinger István – Pinnyey Szilárd

**Absztrakt:** Európában és hazánkban az őz a legelterjedtebb nagyvad, a mediterrán vidékektől a sarkkör közeléig, az erdei élőhelyektől az intenzíven művelt mezőgazdasági területekig, szinte mindenütt megtalálható. Állománysűrűsége a földrajzi feltételek, az adott terület sajátosságainak, és a vadászat intenzitásának függvényében alakul. A hazai állomány létszáma és minősége vadászati és gazdasági szempontból is, nagy figyelmet érdemel. Vadászterületeink jelentős részén – elsősorban az Alföldön – legnagyobb számban előfordul, egyben a magyar vadászok többsége számára is elérhető trófeás nagyvad.

**Abstract:** In Europe and in our homeland the roe deer is the most widespread big game. It can be found from the Mediterranean countries almost up to the polar circle, in the forests as well as on intensively cultivated agricultural areas as well. The density of the population varies according to the geographical conditions and the hunting intensity on the given area. The size and the quality of the domestic roe deer population deserve attention from the hunting and economic point of view. On considerable part of the country's hunting grounds – primarily on the Great Hungarian Plain – roe deer is the only big game which can be found in considerable numbers and as a trophy game is available for most Hungarian and foreign hunters.

*Kulcsszavak:* vadgazdálkodás, őz, táplálék választás, táplálék preferencia

*Keywords:* game management, roe deer, food selection, food preference

### 1. Bevezetés

Az őz ősi élőhelyének a ligeterdőket, az erdős sztyeppet, erdős pusztát tartják. Kedveli a lomelegyes erdőket, erdőszéleket és a vele határos gyepes, vagy mezőgazdaságilag művelt területeket. Az óriási, fátlan pusztákon nem, vagy csak kis számban fordul elő. A nagyüzemi mezőgazdálkodás kínálta nyugalom az őz területfoglalásához vezetett, ekkor terjedt el széltében az Alföldön, amelyet nagyban elősegített az Alföld fásítása, az erdősávok, erdőfoltok kialakítása, azaz az élőhely javulása. Az erdősávok, erdőfoltok szomszédságában létrejött nagytáblás gazdálkodás megfelelő nyugalmat és bőséges táplálékforrást jelentett az őz számára (Bakkay et al., 1978).

Az őz táplálékának összetételét az élőhely növényzete határozza meg. Annak minősége az állománysűrűséget közvetlenül befolyásoló legfontosabb tényezők egyike, nemcsak a fiatal, hanem a felnőtt korosztály test- és agancssúlyának, szaporodási teljesítményének egyik meghatározója (Csányi, 1994; Gaillard et al., 1998).

### 2. Anyag és módszer

Vizsgálatainkat 2020. január és szeptember között végeztük. Az adatbázis létrehozásához a *Návay Kornél Vadásztársaság* Paléi (Hódmezővásárhely) vadászterületén és a *Szánas Vadásztársaság* (Salgótarján) Zatkó–Hadászó–Halamaház területrészeiről gyűjtöttünk hulladék mintákat 2020. januártól szeptemberig. Összesen 9 hónapon keresztül folyt a mintagyűjtés, 36 darab

homogenizált hulladék minta vizsgálatát végeztük el. A kutatásban résztvevő mintaterületek kiválasztásánál az egyik fő szempont az volt, hogy egy mezei (alföldi) és egy középhegységi (erdei) élőhelytípust vizsgáljunk meg.

**1. táblázat: A vizsgált vadászterületek és az őzállományainak főbb adatainak összefoglalása**

	SZÁNAS VT. SALGÓTARJÁN	NÁVAY KORNÉL VT. HÓDMEZŐVÁSÁRHELY
<b>Terület kódszáma</b>	<b>55 081</b>	<b>803 560</b>
<b>Terület besorolása</b>	<b>202</b>	<b>102</b>
<b>Összes földterület (ha)</b>	<b>3 496</b>	<b>15 927</b>
<b>Az őzállomány minősége</b>	<b>gyenge</b>	<b>kiváló</b>
<b>Az őzállomány jelentősége</b>	<b>kicsi</b>	<b>nagy</b>
<b>Őzállomány becsült nagysága (pld.)</b>	<b>80</b>	<b>1800</b>
<b>Éves teríték (pld.)</b>	<b>18</b>	<b>450</b>
<b>Hasznosítási %</b>	<b>22,5</b>	<b>25,0</b>
<b>Őzállomány sűrűsége (pld./100 ha)</b>	<b>4,3</b>	<b>11,25</b>

A mintagyűjtés során felhasznált eszközöket és anyagokat a Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar Állattudományi és Vadgazdálkodási Intézete biztosította. A pontos nyilvántartás vezetése érdekében, az általunk szerkesztett Mintavételi naplóban rögzítettük a minta gyűjtésének idejét és pontos helyét. A minták begyűjtését követően a hulladékot megfelelően becsomagolva, az előre beszámozott műanyag zacskóba helyeztünk, amit fagyasztó szekrényben mínusz -20 °C-on tároltunk a feldolgozásig.

Az bélsár mikroszövettani vizsgálatát a SZTE–MGK laboratóriumában végeztük. A vizsgálatok során felvett és mért adatokat sorszámozott LABORNAPLÓ-ban rögzítettük. Az elfogyasztott táplálék meghatározása mikroszövettani vizsgálattal a következő módon történt:

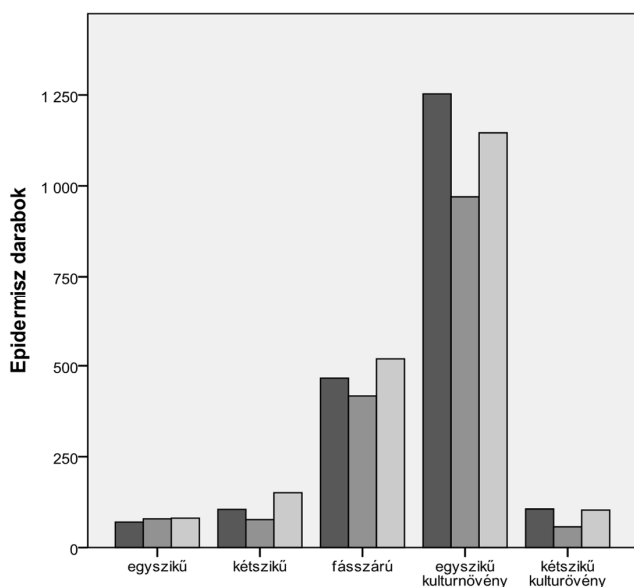
Az őzek által elfogyasztott növények vizsgálatára a hulladék mikroszövettani módszerét Stewart, (1967); Fitzgerald és Waddington, (1979); Davitt–Nelson, (1980); Mátrai et al., (1986); Burucs et al., (1986) és Alipayo et al., (1992) szerzők által kidolgozott eljárást alkalmaztuk.

A mikroszövettani elemzéshez a begyűjtött és sorszámozott mintákat a vizsgálat előtt Petri-csészébe helyeztünk, majd miután kiengedett, kevés vízzel felöntve homogenizáltunk. A homogenizált mintából almintákat vettünk ki, minden mintából kettőt készítettünk, a kémcsövekbe 3-4 ml mennyiséget helyeztünk. Ezt követően a növényi részeket 20%-os salétromsavval a forrástól számítva 90 másodpercig roncsoltunk. A leváló epidermiszeket tárgylemezre helyeztük, ahol 1-2 csepp 87%-os glicerinnel és 1 csepp 0,2%-os toluidin-kék oldatban eloszlattuk Mátrai és Katona (2004) útmutatása alapján. A táplálék-összetétel meghatározása több egyed homogenizált mintájának vizsgálatából történt 160-200 szoros nagyítás mellett CETI gyártmányú **STEDDY–T** típusú sztereomikroszkóp segítségével. Minden mintából két ismétlésben 100 darab epidermiszt azonosítottunk, a számolt értékek számtani átlagát vettük figyelembe. A táplálékalkotók fogyasztási arányát az adott csoportban és az összes elemzett epidermisz darabszámának relatív arányából számítottuk.

### 3. Eredmények és értékelésük

A főbb táplálékalkotókat vizsgálva Hódmezővásárhelyen vizsgált őzek esetében megállapítható, hogy az egyszikű növények átlaga a táplálékban viszonylag alacsony 3,41–4,77% volt, a kétszikű növények esetében kissé magasabb értékeket (4,10–7,95%) tapasztaltam. A fásszárú növények fogyasztása az alacsony erdősültség ellenére azonban magas volt (20,70–26,25%). Hódmezővásárhelyen az őzek az egyszikű kultúrnövényeket fogyasztották a leggyakrabban (57,90–62,15%-ban). A kétszikű kultúrnövények jelentősége hasonló (3,15–5,90%), mint a kétszikű (vadon termő) növényeké (1. ábra).

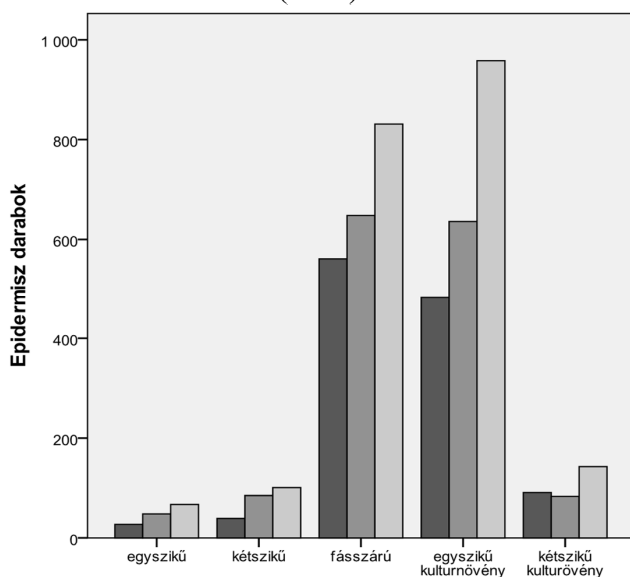
1. ábra: A Hódmezővásárhelyen vizsgált őzek táplálékalkotóinak összesített adatai (n=18)



A hódmezővásárhelyi őzek táplálékalkotóit vizsgálva azt tapasztaltam, hogy az egyszikű (vadon termő) növények kevésbé dominánsak a táplálékban. Előfordulásuk 6,84–8,18% között volt. A kétszikű (vadon termő) növények esetében is hasonló, de kissé alacsonyabb értékeket (1,90–7,11%) tapasztaltam.

A salgótarjáni vadászterületen az őzek táplálékalkotóinak alakulását vizsgálva megállapítható (ahol az erdősültség 60% feletti), hogy minden hónapban közel azonos arányban fogyasztották az egyszikű vadon termő növényeket (2,25–3,20%) és a kétszikű (vadon termő) növényeket (3,24–5,71%). A fásszárú növények szerepét vizsgálva igen magas értékeket kaptam (49,55–56,74%), de ez alacsonyabb, mint Mátrai et al. (1986) a gödöllői dombvidéken (92,16%) vizsgált őzállományokban tapasztalt. A fásszárú növények közül Salgótarjában a fehér akác (*Robinia pseudoacacia*), a fekete bodza (*Sambucus nigra*) és a hamvas szeder (*Rubus fruticosus*) fogyasztása volt jellemző (2. ábra).

2. ábra: Salgótarjánban vizsgált özek táplálékalkotóinak összesített adatai (n=18)



A Salgótarjánban vizsgált özek az egyszikű kultúrnövényeket nagyon kedvelték, mivel magas számban (28,15–58,64%) találtam a mintákban ilyen őszi vetésű gabonanövényeket, amelyek a téli időszakban nagyon fontos tápláléka az őznek. A kétszikű kultúrnövények előfordulása 4,87–12,74%, a leggyakrabban fogyasztott növény ebben a csoportban a lucerna volt. Az özek táplálékalkotóit vizsgálva megállapítható, hogy az egyszikű (vadon termő) növények átlaga a táplálékban alacsony (6,25–5,41%) volt, elsősorban a tarackbúza (*Agropyron repens*), a csillagpázsit (*Cynodon dactylon*) fajokat fogyasztották. A kétszikű (vadon termő) növények esetében magasabb arányt (17,11–19,04%) tapasztaltam, főleg az orvosi atracél (*Anchusa officinalis*), a szösös bükköny (*Vicia villosa*), a fekete peszterce (*Ballota nigra*), a fehér libatop (*Chenopodium album*), a szösös ökörfarkkóró (*Verbascum phlomoides*), a keserű gyökér (*Picris hieracioides*) és az orvosi veronika (*Veronica officinalis*) voltak a leggyakrabban fogyasztott növények.

#### 4. Következtetések, összegzés, záró megjegyzések, záró gondolatok

Mátrai (2000; 2006) mezei élőhelyen történt vizsgálatait során rámutatott arra, hogy az általa vizsgált mezőgazdasági területen a domináns táplálékalkotók a petrezselyem, répalevél, a pillangósok és a gabonafélék közül az őszi búza és az őszi árpa voltak. Véleménye szerint az őzeknek nem jelenthetett nehézséget, hogy a táblákat szegélyező gyomos, sokféle növényvel rendelkező sok ízletes, könnyen emészthető, télen is zöld töllevelekkel rendelkező, széles levelű növényekkel táplálkozzon. Azonban ez Hódmezővásárhelyen nem volt jellemző, hanem a fő táplálékukat az elejtési hely közvetlen közelében lévő, legnagyobb tömegben

előforduló növények alkották. Mátrai (2006) szerint télen az őznek takarékoskodnia kell az energiájával, mert kis testű faj lévén, anyagcseréje intenzívebb, mint például a gímszarvasé. Faragó (1993) vizsgálatai szerint a gabonák nyújtották a tél folyamán a fő zöld növényi táplálékot, ezért februárra ezt az élőhelytípust választották az őzek csaknem 50%-ban.

A vizsgált alföldi élőhelyen az őzek az egyszikű kultúrnövényeket is kedvelték, mivel viszonylag magas arányban találtam a mintákban ilyen őszi vetésű gabonanövények, amelyek az őszi–téli időszakban nagyon fontos tápláléka az őznek, hasonlóan Mátrai (2000) eredményeihez, ahol megállapításai alapján a mezei élőhelyen az őzek táplálékválasztása csak a fogyasztott növényekben és nem azok eloszlásában különbözött. Véleménye szerint a domináns táplálékalkotók a petrezselyem (*Petroselinum spp.*), a répalevél (*Beta spp.*), a pillangósok (*Medicago spp.* és *Trifolium spp.*), illetve a gabonafélék közül az őszi búza (*Triticum spp.*) és az őszi árpa (*Hordeum spp.*) voltak.

Az őzek tavaszi és nyári táplálékalkotóit vizsgálva megállapítható, hogy az egyszikű (vadon termő) növények átlaga a táplálékban alacsony volt, elsősorban a tarackbúzát (*Agropyron repens*), a csillagpázsitot (*Cynodon dactylon*) és a sás fajokat (*Carex spp.*) fogyasztották. A kétszikű (vadon termő) növények esetében hasonló értékeket tapasztaltam. Főleg az orvosi atracél (*Anchusa officinalis*), a szöszös bükköny (*Vicia villosa*), a fehér libatop (*Chenopodium album*), a szöszös ökörfarkkóró (*Verbascum phlomoides*), a keserű gyökér (*Picris hieracioides*), az orvosi veronika (*Veronica officinalis*) és a fekete peszterce (*Ballota nigra*) voltak a leggyakrabban fogyasztott növények.

A salgótarjáni élőhelyen a fásszárú növények fogyasztása tavasztól őszig domináns volt, főleg a fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) és a fekete bodza (*Sambucus nigra*) fogyasztása dominált, hasonlóan Strandgaard (1972) kalói eredményeihez. Szmidt (1975) lengyelországi vizsgálatai alapján a közönséges bükk (*Fagus sylvatica*) a legkedveltebb fásszárú növény. A legkevésbé kedvelt fajok az erdei fenyő (*Pinus sylvestris*) és a fekete bodza (*Sambucus nigra*). A közönséges bükköt Wagenknecht (1969) kedvelt fajként jelöli, Klötzli (1965) időszakosan kedvelt és gyakran fogyasztott növényként említi. A fekete bodzát ritkábban fogyasztott táplálékként jelölte meg Pielowski (1970), de vannak olyan szerzők (Kurt, 1970), akik a fenyővel együtt kedvelt vagy a gyakran fogyasztott növény közé sorolták.

Kurt (1970) szerint tavasszal és nyáron az őz táplálékának 62%-át adják a fásszárú növények levelei és hajtási, és télen ez az arány akár 80%-ot is elérheti, ami nem csak az energia szükségletet fedezi, hanem Szczerbinski (1964) szerint a vadfaj vízigényét is. A nyári időszakban ez a növénycsoport teszi ki a táplálék 50%-át, és nagyon fontos szerepet játszik az emésztés szabályozásában is (Bubenik, 1959). Véleményünk szerint az élőhely által kínált fellelhető növényi táplálékok jelentősen befolyásolják az őzek táplálékválasztását még egy adott élőhelyen belül is. Eredményeink alapján az őzek 305 különböző növényfajt fogyasztottak a vizsgált időszakban.

## Irodalomjegyzék

- Alipayo, D., Valdez, R., Holecheck, J. L., Cardenas, M. (1992): Evaluation of microhistological analysis for determining ruminant diet botanical composition. *Journal of Range Management*, 45: 148–152 p.
- Bakkay, L., Bán, I., Fodor, T. (1978): A magyarországi őzállomány értékelése. *Nimród Fórum*: 5–9.
- Bubenik, T. (1959): *Grundlagen der Wildernährung*. DeutscherBeuernverlag, Berlin.
- Burucs, P., Fehér, Z., Mátrai, K. (1986): Összefüggés az őz (*Capreolus capreolus*) táplálékának és ürülékének növényi összetétele között. *Vadbiológia*, 1: 129–142.
- Csányi, S. (1994): Populációdinamika és állományhasznosítás. 255–311. p. In: Köhalmi, T. (szerk.). *Vadászati enciklopédia*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Davitt, B. B., Nelson, J. R. (1980): *A Method of Preparing Plant Epidermal Tissue for Use in Fecal Analysis*. Circ. 0628, College of Agriculture Research Center, Washington State University, 4 p.
- Faragó, S. (1993): Vadon élő állatfajok fennmaradásának lehetőségei mezőgazdasági környezetben Magyarországon. *WWF-füzetek*, 4. 24.
- Fitzgerald, A. E., Waddington, D. C. (1979): Comparison of two methods of fecal analysis of herbivore diet. *J. Wildl. Managm.*, 43: 468–473.
- Gaillard, J. M., Liberg, O., Andersen, R., Hewison, A. J. M., Cederlund, G. (1998): Population dynamics of roe deer. The European roe deer: the biology of success (eds R. Andersen, P., Duncan).
- Klötzli, F. (1965): *Qualität und Quantität der Rehhaltung in Wald- und Grünland-Gesellschaften des nördlichen Schweizer Mittellandes*. Verlag Hans Hüber, Bern.
- Kurt, F. (1970): *Rehwild*. BLV München, Basel, Wien: 1–175.
- Mátrai, K., Koltay, A., Tóth, S., Vizi, Gy. (1986): Az őz téli tápláléka és az élőhely növényzete közötti összefüggés. *Vadbiológia*, 1: 97–108.
- Mátrai, K. (1986): Az őz és a szarvas téli tápláléka. *Nimród Fórum*: 22–24.
- Mátrai, K. (2000): Az őz téli tápláléka: élőhelytől függő azonosságok és különbségek. *Vadbiológia*, 7: 47–53.
- Mátrai, K. (2006): Növényevő nagyvadfajok táplálkozási sajátosságai, a vadgazda tennivalói. In: *Hívató vadászok kézikönyve*. 208–219 p. Dénes Natur Műhely Kiadó.
- Mártai, K., Katona, K. (2004): Mikroszövettani határozókulcs növényevők táplálékvizsgálatához. CD. Szerzői kiadás.
- Pielowski, Z. (1970): Sarna. *Panstw. Wyd. Roln. i Lesne*: 1–220. Warszawa.
- Stewart, D. R. M. (1967): Analysis of plant epidermis in faeces: a technique for studying the food preferences of grazing herbivores. *J. Appl. Ecol.*, 4: 83–111.
- Strandgaard, H. (1972): The Roe Deer (*Capreolus capreolus*) Population at Kalo and the Factors Regulating its Size. *Danish Rerview of Game Biology*, 7 (1). 1–205.
- Szczerbinski, W. (1964): Zagadnienie pokarmu dla grubej i dorodnej zwierzyny roslino- i wszysikozernej w srodowiskach lesnych i polnych. *Zach. Por. low.*, 5, 2: 9–14.
- Szmidt, E. (1975): Food pefereence of roe deer in relation to principle species of forest trees and shrubs. *Acta Theriol.*, 20: 255–266.
- Wagenknecht, E. (1969): *Bewirtschaftung unserer Schalenwildbestände*. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag: 1–367, Berlin.



## A MEZEI NYÚL (*LEPUS EUROPAEUS*, PALLAS, 1778) LEHETSÉGES ÉS TÉNYLEGES HASZNOSÍTÁSÁNAK ÉRTÉKELÉSE BÉKÉS, CSONGRÁD ÉS JÁSZ-NAGYKUN- SZOLNOK MEGYÉBEN 1970 ÉS 2019 KÖZÖTT

Majzinger István

**Absztrakt:** A mezei nyúl létszámának évtizedek óta tartó csökkenése Európa-szerte és Magyarországon, a fajjal való átgondoltabb és megalapozottabb gazdálkodásra hívja fel a figyelmet. Jellemző az állományok tendenciózus csökkenése, aminek közvetlen oka a túlhasznosítás. A három tradicionálisan legnyúlgazdagabb megyében sem más a helyzet, habár a megyék között van különbség. Békés, Csongrád és Jász-Nagykun-Szolnok megyében az 1970-2019 közötti időszakban a maximum létszámnak (303 568) a jelenlegi (165 499) csupán 54,5%-a, miközben a hasznosítás 30,1%-kal, 150 505-ről 45 315-re csökkent. A hasznosításra jellemző a hektikusság, amely azonban nem az adott évi létszám alakulását követi többnyire, hanem az átgondolatlanságot bizonyítja. Az okszerű mezei nyúl gazdálkodáshoz elengedhetetlen az aktuális állományjellemzők számszerű ismerete és ezek felhasználása a hasznosítás tervezésében a faj fenntartható kezelése érdekében.

**Abstract:** The decades-long decline in the number of brown hare populations across Europe and in Hungary calls for more thoughtful and well-founded management of the species. There is a tendency for stocks to decline, which is directly due to over-exploitation. The situation is no different in the three traditionally brown hare-rich counties, although there are differences between them. In Békés, Csongrád and Jász-Nagykun-Szolnok counties, in the period between 1970 and 2019, the current number of hares (165,499) is only the 54.9% of the earlier maximum (303,568), while the exploitation decreased by 30.1%, from 150,505 to 45,315. Utilization is characterized by hecticcy, which, however, does not mostly follow the change of brown hare stocks in a given year, but proves recklessness. Numerical knowledge of the current population characteristics and their use in planning of the exploitation for the sustainable management of the species is essential.

*Kulcsszavak:* mezei nyúl, mezei nyúl hasznosítás, túlhasznosítás, alulhasznosítás

*Keywords:* brown hare, exploitation of brown hare, over-exploitation, under-exploitation

### 1. Bevezetés

A mezei nyúl állomány nem (csak) azért fogy, mert romlanak a környezeti tényezők (közvetett ok), hanem azért (is), mert a hasznosítás nem az adott körülményeknek megfelelően történik (közvetlen ok). Az elmúlt évtizedekben számtalan külföldi és hazai vizsgálatban és tanulmányban értékelték a mezei nyúl sajnálatos létszámcsökkenését, azok külső és belső okait (Bíró, 1996; Bíró és mtsai, 2003; Bíró és mtsai, 2013; Csordás és Bíró, 2015; Demeter és Mátrai, 1988; Farkas, 1983; Farkas és mtsai, 2016; Farkas és Majzinger, 2007; Gál, 2006; Heltay, 1980; Heltay és Kovács, 1978; Kovács, 1994; Kovács és Heltay, 1985; Majzinger, 2013; Szemethy és mtsai, 2004; Szemethy és mtsai, 2007). Tudjuk mi történik, milyen okok játszanak szerepet ebben a folyamatban, sőt, azt is, hogy mit kellene tenni. Összességében tehát nem az ismeretek hiánya az oka a mezei nyúl jelenlegi helyzetének. A létszám folyamatos csökkenésének egyik, külön viszonylag kevésbé vizsgált oka a megalapozatlan, valós adatokat nélkülöző hasznosítás, annak helytelen időzítése, amely tendenciózus túlhasznosításhoz vezetett Magyarországon. Történt

és történik ez annak ellenére, hogy jól ismert és alaposan kidolgozott módszer áll rendelkezésre ennek megelőzéséhez (Kovács, 1988; Kovács és Heltay, 1985; Majzinger, 2014; Majzinger, 2017; Majzinger és Csányi, 2017). Sokat tudunk tehát a mezei nyúlról, mint fajról általában, de a vadgazdálkodók a saját állományukról – ritka kivételtől eltekintve – annál kevesebbet. A mezei nyúl sajnálatos módon az a vadfaj, amiről szemrevételezéssel semmi lényegeset nem lehet megállapítani. Ha a létszámon (ez sem egyszerű) kívül bármit is tudni szeretne valaki, ahhoz kézbe venni és boncolni kell, elsősorban a női ivarszervek vizsgálatához. Sajnos ez ritkán történik meg, ezért hiányoznak az okszerű gazdálkodáshoz nélkülözhetetlen ismeretek: megbízható létszám, ivararány, korösszetétel, szaporodási mutatók, ami azt eredményezi, hogy a hasznosítás hektikus, nem az állomány aktuális állapotához igazodó és többnyire túlhasznosítással jár, aminek pedig hosszútávon létszámcsökkenés az eredménye. Jelen értékelésnek az a célja, hogy a rendelkezésre álló és számított adatok alapján, valamint az állománymérlegre jellemző logikai összefüggések felhasználásával, 1970 és 2019 között, minden egyes évre vonatkozóan kiszámolja az adott év tavaszi létszámának a szinten tartási szándékával a hasznosítás fedezeti létszámát (Egyenleg,  $E_x$ ) és ezt összevesse a tényleges hasznosítással ( $H_x$ ) a három, még mindig a legjelentősebb mezei nyúl állománnyal rendelkező megyében.

## 2. Anyag és módszer

Az alapadatok az Országos Vadgazdálkodási Adattárból származnak 1970 és 2019 közötti időszakról: tavaszi becsült létszám, hasznosítás (Csányi és mtsai, 2014; Csányi, 2015; Csányi és mtsai, 2016; Csányi és mtsai, 2017; Csányi, 2018; Csányi, 2019). A két egymást követő év tavaszi állománya és tényleges hasznosítása, valamint a téli elhullás alapján kiszámolt állománymérlegből az adott évi egyenleg ( $E_x$ : az  $x$ . évi növekedés és a tényleges hasznosítás egyenlege) kiszámolásának logikai menete a következő:

$$\varnothing_x = \left( \frac{N_{x+1} + H_x}{1 - \varnothing h_x} - \frac{N_{x+1} + H_x}{1 - \varnothing h_x} * \varnothing h_x \right) - N_x - H_x$$

egyszerűsítve:

$$\varnothing_x = (N_{x+1} + H_x) - N_x - H_x$$

ahol:

$E_x$ : az  $x$ . év egyenlege

$N_x$ : tavaszi létszám az  $x$ . évben

$N_{x+1}$ : tavaszi létszám az  $x+1$ . évben

$Eh_x$ : téli elhullási arány az  $x$ . évben

$H_x$ : hasznosítás az  $x$ . évben

$N_{x+1} + H_x$ : minimum őszi létszám az  $x$ . évben

Amennyiben az adott évi egyenleg nagyobb, mint nulla ( $E_x > 0$ ), akkor az azt jelenti, hogy kevesebbet hasznosítottak, mint amennyit lehetett volna, a két egymást követő

év tavaszi létszámai szinten tartásának szándéka mellett ( $N_x = N_{x+1}$ ). Ez alulhasznosításnak értékelendő az adott évben ( $AH_x$ ). Ellenkező esetben ( $E_x < 0$ ) túlhasznosításról beszélhetünk ( $TH_x$ ).

A relatív hasznosítás – relatív alulhasznosítás ( $rAH_x$ ) vagy relatív túlhasznosítás ( $rTH_x$ ) – azt mutatja, hogy az adott évben a tényleges hasznosítás hogyan aránylik a növekedés által megengedett (fedezett) hasznosítható mennyiséghez.

### 3. Eredmények és értékelésük

#### 3.1. Jelentett létszám:

Békés megyében az átlagos létszám a vizsgált időszak alatt 99 665, a 2019-ben jelentett 83 139 egyed (*1. táblázat*). Az időszak minimumához képest (69 765) van növekedés, de maximumtól (126 478) jelentős az elmaradás (*4. táblázat*). A maximum és a jelenlegi létszám közötti különbség 34%. A '80-as évek 100 000 példány feletti létszámaival összevetve a jelenlegit, van ok az aggodalomra (*1. ábra*). Csongrád megyében a jelenlegi létszám (37 142) az átlagos létszám (44 084) alatt van és a maximálisnak (61 965) csupán a 60%-a (*1. és 5. táblázat*). A jelentett létszám viszonylag nagyléptékű hullámvázát mutatja az *1. ábra*.

Jász-Nagykun-Szolnok megyében az átlagos létszám (77 563), a jelenlegi (45 218) pedig csupán 39%-a a maximálisnak (115 125). A legmagasabb létszámok 1973-1985 között voltak (*1. és 6. táblázat*). A csökkenés mértéke és tendenciája aggodalomra ad okot (*1. ábra*).

*1. táblázat: A három megye létszámadatainak szélsőértékei*

Létszám (egyed)			
	minimum	jelenlegi	maximum
<b>Békés</b>	69 766 (1997)	83 139	126 478 (2003)
<b>Csongrád</b>	29 890 (1988)	37 142	61 965 (1974)
<b>JNSz</b>	43 053 (2017)	45 218	115 125 (1975)

Forrás: A szerző saját szerkesztése.

#### 3.2. Hasznosítás:

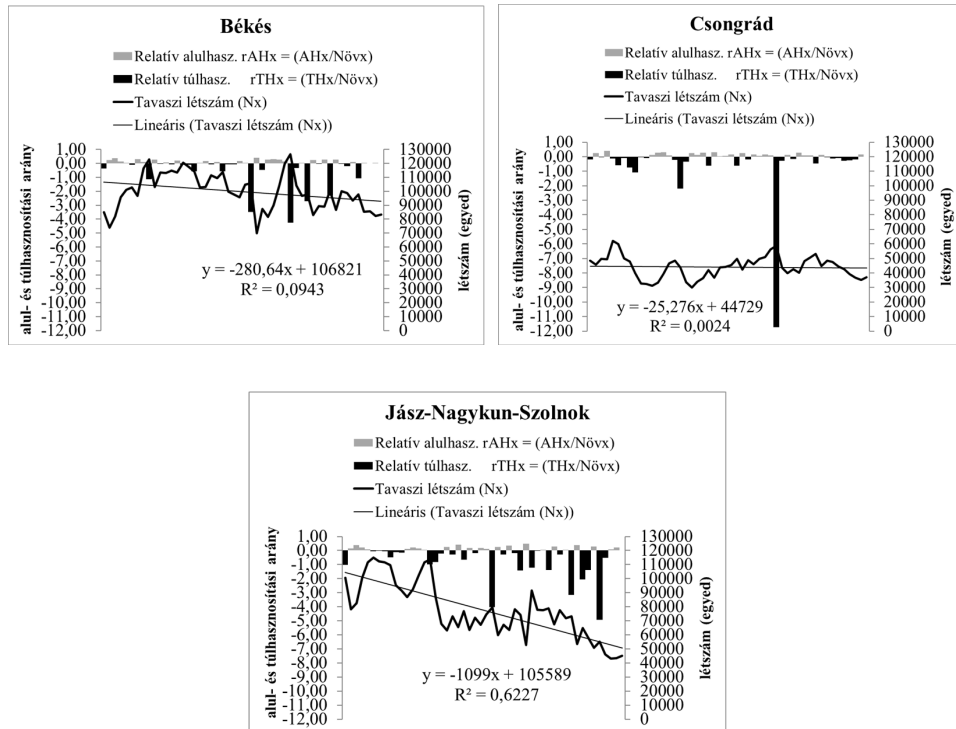
A hasznosított mennyiség szélsőértékei közti különbség mindhárom területen igen nagy: Békés megyében 3,44-szoros, Csongrád megyében 2,94-szeres, Jász-Nagykun-Szolnok megyében 10,19-szeres (!) (*2. táblázat*). Ezt a mértékű ingadozást nem indokolta a létszám ingadozása, hiszen a maximumok időben sem esnek egybe ugyanazon a területen belül.

*2. táblázat: A három megye abszolút hasznosításainak szélsőértékei*

Hasznosítás			
	minimum	jelenlegi	maximum
<b>Békés</b>	18 630 (1998)	27 204	64 521 (1975)
<b>Csongrád</b>	9 613 (1972)	11 509	28 303 (2013)
<b>JNSz</b>	5 657 (2017)	6 599	57 682 (1984)

Forrás: A szerző saját szerkesztése.

## 1. ábra: Létszám és relatív hasznosítás három megyében 1970 és 2019 között



Forrás: A szerző saját szerkesztése.

A relatív alulhasznosítás 1,0-41,0% között, a relatív túlhasznosítás 1,0-1175,0% között alakult (3. táblázat). A túlhasznosítás – akár abszolút, akár relatív – többszörösen és több alkalommal meghaladta azt a mennyiséget, amit az állomány aktuális állapota lehetővé tett.

## 3. táblázat: A három megye alul- és túlhasznosítási adatainak szélsőértékei

	$AH_x$	$rAH_x$	$TH_x$	$rTH_x$
<b>Békés</b>	268 - 19 835	0,01 - 0,40	179 - 36 094	0,01 - 4,36
<b>Csongrád</b>	150 - 12 629	0,01 - 0,41	407 - 15 096	0,01 - 11,75
<b>JNSz</b>	497 - 38 851	0,03 - 0,40	406 - 26 935	0,01 - 4,91

Forrás: A szerző saját szerkesztése.

**4. táblázat: Békés megye létszám és hasznosítási adatai**

Békés	N <sub>x</sub>	H <sub>x</sub>	N <sub>x+1</sub>	N <sub>x+1</sub> +H <sub>x</sub>	E <sub>x</sub>	AH <sub>x</sub>	TH <sub>x</sub>	rAH <sub>x</sub>	rTH <sub>x</sub>
1970	84821	40749	74000	114749	-10821		-10821		-0,36
1971	74000	26390	82000	108390	8000	8000		0,23	
1972	82000	24493	95597	120090	13597	13597		0,36	
1973	95597	37640	100993	138633	5396	5396		0,13	
1974	100993	56821	102625	159446	1632	1632		0,03	
1975	102625	64521	96804	161325	-5821		-5821		-0,10
1976	96804	43878	116639	160517	19835	19835		0,31	
1977	116639	49103	122900	172003	6261	6261		0,11	
1978	122900	36963	103262	140225	-19638		-19638		-1,13
1979	103262	27168	113393	140561	10131	10131		0,27	
1980	113393	23587	113000	136587	-393		-393		-0,02
1981	113000	25708	114830	140538	1830	1830		0,07	
1982	114830	26573	113543	140116	-1287		-1287		-0,05
1983	113543	26524	120380	146904	6837	6837		0,20	
1984	120380	35234	117580	152814	-2800		-2800		-0,09
1985	117580	37915	114150	152065	-3430		-3430		-0,10
1986	114150	32136	102654	134790	-11496		-11496		-0,56
1987	102654	32397	103189	135586	535	535		0,02	
1988	103189	38128	111643	149771	8454	8454		0,18	
1989	111643	42493	109459	151952	-2184		-2184		-0,05
1990	109459	33718	113934	147652	4475	4475		0,12	
1991	113934	38487	99855	138342	-14079		-14079		-0,58
1992	99855	35870	97676	133546	-2179		-2179		-0,06
1993	97676	35219	95793	131012	-1883		-1883		-0,06
1994	95793	40782	104744	145526	8951	8951		0,18	
1995	104744	46175	105850	152025	1106	1106		0,02	
1996	105850	25708	69756	95464	-36094		-36094		-3,48
1997	69756	26786	87452	114238	17696	17696		0,40	
1998	87452	18630	81676	100306	-5776		-5776		-0,45
1999	81676	22901	90055	112956	8379	8379		0,27	
2000	90055	29864	103794	133658	13739	13739		0,32	
2001	103794	42248	119974	162222	16180	16180		0,28	
2002	119974	40501	126478	166979	6504	6504		0,14	
2003	126478	27728	104020	131748	-22458		-22458		-4,26
2004	104020	30633	96595	127228	-7425		-7425		-0,32
2005	96595	26597	97746	124343	1151	1151		0,04	
2006	97746	20317	82881	103198	-14865		-14865		-2,73
2007	82881	20589	89328	109917	6447	6447		0,24	
2008	89328	23286	89149	112435	-179		-179		-0,01
2009	89149	28529	100362	128891	11213	11213		0,28	
2010	100362	19820	86511	106331	-13851		-13851		-2,32
2011	86511	34120	99992	134112	13481	13481		0,28	
2012	99992	31776	98620	130396	-1372		-1372		-0,05
2013	98620	29636	93397	123033	-5223		-5223		-0,21
2014	93397	34763	97784	132547	4387	4387		0,11	
2015	97784	24248	85330	109578	-12454		-12454		-1,06
2016	85330	26166	85598	111764	268	268		0,01	
2017	85598	23875	82285	106160	-3313		-3313		
2018	82285	27204	83139	110343	854	854		0,03	
2019	83139								
<b>össz.</b>	<b>4983236</b>	<b>1594597</b>			<b>-1682</b>	<b>197339</b>	<b>-199021</b>		

Forrás: A szerző saját szerkesztése.

5. táblázat: Csongrád megye létszám és hasznosítási adatai

Csongrád	$N_x$	$H_x$	$N_{x+1}$	$N_{x+1}+H_x$	$E_x$	$AH_x$	$TH_x$	$rAH_x$	$rTH_x$
1970	48508	17482	45574	63056	-2934		-2934		-0,20
1971	45574	12446	49743	62189	4169	4169		0,25	
1972	49743	9613	49336	58949	-407		-407		-0,04
1973	49336	17976	61965	79941	12629	12629		0,41	
1974	61965	18942	59810	78752	-2155		-2155		-0,13
1975	59810	25812	50195	76007	-9615		-9615		-0,59
1976	50195	24612	47990	72602	-2205		-2205		-0,10
1977	47990	18901	39900	58801	-8090		-8090		-0,75
1978	39900	13909	32715	46624	-7185		-7185		-1,07
1979	32715	12897	32297	45194	-418		-418		-0,03
1980	32297	13090	31235	44325	-1062		-1062		-0,09
1981	31235	14641	33260	47901	2025	2025		0,12	
1982	33260	15818	39300	55118	6040	6040		0,28	
1983	39300	16408	46560	62968	7260	7260		0,31	
1984	46560	16698	48440	65138	1880	1880		0,10	
1985	48440	24546	43907	68453	-4533		-4533		-0,23
1986	43907	14905	33660	48565	-10247		-10247		-2,20
1987	33660	14431	29890	44321	-3770		-3770		-0,35
1988	29890	13400	34132	47532	4242	4242		0,24	
1989	34132	17647	36540	54187	2408	2408		0,12	
1990	36540	14631	42070	56701	5530	5530		0,27	
1991	42070	13756	36860	50616	-5210		-5210		-0,61
1992	36860	16904	43950	60854	7090	7090		0,30	
1993	43950	23505	44100	67605	150	150		0,01	
1994	44100	25314	45550	70864	1450	1450		0,05	
1995	45550	25220	49770	74990	4220	4220		0,14	
1996	49770	19396	42283	61679	-7487		-7487		-0,63
1997	42283	19888	48914	68802	6631	6631		0,25	
1998	48914	17733	45952	63685	-2962		-2962		-0,20
1999	45952	21441	49601	71042	3649	3649		0,15	
2000	49601	23163	50887	74050	1286	1286		0,05	
2001	50887	26697	56173	82870	5286	5286		0,17	
2002	56173	24335	58689	83024	2516	2516		0,09	
2003	58689	16316	43653	59969	-15036		-15036		-11,75
2004	43653	17508	39875	57383	-3778		-3778		-0,28
2005	39875	19661	42570	62231	2695	2695		0,12	
2006	42570	17936	40180	58116	-2390		-2390		-0,15
2007	40180	22162	48150	70312	7970	7970		0,26	
2008	48150	22875	50725	73600	2575	2575		0,10	
2009	50725	26893	53187	80080	2462	2462		0,08	
2010	53187	25848	44827	70675	-8360		-8360		-0,48
2011	44827	26606	48365	74971	3538	3538		0,12	
2012	48365	20847	47538	68385	-827		-827		-0,04
2013	47538	28303	44542	72845	-2996		-2996		-0,12
2014	44542	20019	42721	62740	-1821		-1821		-0,10
2015	42721	16509	39150	55659	-3571		-3571		-0,28
2016	39150	12605	36676	49281	-2474		-2474		-0,24
2017	36676	9994	35154	45148	-1522		-1522		-0,18
2018	35154	11509	37142	48651	1988	1988		0,15	
2019	37142								
<b>össz.</b>	<b>2204211</b>	<b>921748</b>			<b>-11366</b>	<b>99689</b>	<b>-111055</b>		

Forrás: A szerző saját szerkesztése.

6. táblázat: Jász-Nagykun-Szolnok megye létszám és hasznosítási adatai

JNSz	N <sub>x</sub>	H <sub>x</sub>	N <sub>x+1</sub>	N <sub>x+1</sub> +H <sub>x</sub>	E <sub>x</sub>	AH <sub>x</sub>	TH <sub>x</sub>	rAH <sub>x</sub>	rTH <sub>x</sub>
1970	100529	44357	78076	122433	-22453		-22453		-1,03
1971	78076	25597	82599	108196	4523	4523		0,15	
1972	82599	31250	100768	132018	18169	18169		0,37	
1973	100768	41391	111505	152896	10737	10737		0,21	
1974	111505	47134	115125	162259	3620	3620		0,07	
1975	115125	52076	112237	164313	-2888		-2888		-0,06
1976	112237	46436	111747	158183	-490		-490		-0,01
1977	111747	50814	109786	160600	-1961		-1961		-0,04
1978	109786	43950	95268	139218	-14518		-14518		-0,49
1979	95268	37200	91574	128774	-3694		-3694		-0,11
1980	91574	33581	86886	120467	-4688		-4688		-0,16
1981	86886	37958	92270	130228	5384	5384		0,12	
1982	92270	41070	102511	143581	10241	10241		0,20	
1983	102511	50081	111798	161879	9287	9287		0,16	
1984	111798	57682	113523	171205	1725	1725		0,03	
1985	113523	54163	86588	140751	-26935		-26935		-0,99
1986	86588	41224	68000	109224	-18588		-18588		-0,82
1987	68000	28686	63148	91834	-4852		-4852		-0,20
1988	63148	32166	73265	105431	10117	10117		0,24	
1989	73265	34293	65555	99848	-7710		-7710		-0,29
1990	65555	16813	76961	93774	11406	11406		0,40	
1991	76961	34380	63387	97767	-13574		-13574		-0,65
1992	63387	36037	72190	108227	8803	8803		0,20	
1993	72190	31058	67163	98221	-5027		-5027		-0,19
1994	67163	32796	74559	107355	7396	7396		0,18	
1995	74559	34713	79614	114327	5055	5055		0,13	
1996	79614	24541	59950	84491	-19664		-19664		-4,03
1997	59950	22582	67167	89749	7217	7217		0,24	
1998	67167	17553	63346	80899	-3821		-3821		-0,28
1999	63346	26420	78178	104598	14832	14832		0,36	
2000	78178	25854	74094	99948	-4084		-4084		-0,19
2001	74094	36220	52806	89026	-21288		-21288		-1,43
2002	52806	39143	91657	130800	38851	38851		0,50	
2003	91657	24737	77992	102729	-13665		-13665		-1,23
2004	77992	26429	77586	104015	-406		-406		-0,02
2005	77586	27752	78887	106639	1301	1301		0,04	
2006	78887	19861	67398	87259	-11489		-11489		-1,37
2007	67398	26676	77477	104153	10079	10079		0,27	
2008	77477	25643	71934	97577	-5543		-5543		-0,28
2009	71934	23971	73036	97007	1102	1102		0,04	
2010	73036	13418	53440	66858	-19596		-19596		-3,17
2011	53440	18603	65003	83606	11563	11563		0,38	
2012	65003	10905	57673	68578	-7330		-7330		-2,05
2013	57673	11830	50820	62650	-6853		-6853		-1,38
2014	50820	12224	55252	67476	4432	4432		0,27	
2015	55252	7344	46032	53376	-9220		-9220		-4,91
2016	46032	8902	43053	51955	-2979		-2979		-0,50
2017	43053	5657	43550	49207	497	497		0,08	
2018	43550	6599	45218	51817	1668	1668		0,20	
2019	45218								
<b>össz.</b>	<b>3878181</b>	<b>1479770</b>			<b>-55311</b>	<b>198005</b>	<b>-253316</b>		

Forrás: A szerző saját szerkesztése.

#### 4. Következtetések, összegzés, záró megjegyzések, záró gondolatok

A hasznosítás mértéke erősen ingadozó, de ez nem a tervszerűséget (alkalmazkodó gazdálkodást) bizonyítja, hanem éppen az ellenkezőjét, mert az nem következménye, hanem oka a létszám alakulásának, tendenciózus csökkenésének. Amennyiben a hasznosítás tervszerű lett volna (az állomány adott évi mérlegéhez alkalmazkodó), akkor nem csökkent volna a létszám. A teljes időszakot tekintve a túlhasznosítás mindhárom megyében összességében jóval meghaladta az alulhasznosítást. Különösen a tendencia figyelemre méltó, mert a relatív túlhasznosítás egyre nagyobb mértékű (1. ábra). Mindemellett különbség van a három megye között, a legriasztóbb a Jász-Nagykun-Szolnok megyei tendencia.

Kétségtelen, hogy a mezei nyúl okszerű és tartamos hasznosítása nem lehetséges valós, az állomány aktuális állapotát jellemző adatok felhasználása nélkül. A módszer évtizedek óta ismert (Kovács-Heltay, 1985), de alkalmazása egyáltalán nem terjedt el a vadgazdálkodás napi gyakorlatában. A vadgazdálkodók remélhetőleg belátják előbb-utóbb, hogy a mezei nyúl állományok fenttartható módon történő kezelése érdekében meg kell tenniük ezt a lépést, amelynek minimális feltétele a korrekt létszámbecslés.

#### Irodalomjegyzék

- Bíró Zs. (1996): Adatok a mezei nyúl esti aktivitásának szabályozásáról. *Vadbiológia*, 5: 133-140
- Bíró Zs., Katona K., és Szemethy L. (2003): A mezei nyúl táplálkozási jellegzetességei különböző magyarországi élőhelyeken. *Vadbiológia*, 10: 68-73.
- Bíró Zs., Szemethy L., Heltai M., Csányi S., Szabó L., Patkó L. és Ujhegyi N. (2013): Az apróvad állomány és a ragadozógazdálkodás helyzete Magyarországon. <<https://docplayer.hu/4480525-Az-aprovad-allomany-es-a-ragadozogazdalkodas-helyzete-magyarorszagon.html>> (2020.10.12.)
- Csányi, S., Tóth, K., Kovács, I. és Schally, G. (szerk.) (2014): *Vadgazdálkodási Adattár - 2013/2014. vadászati év.* Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő.
- Csányi, S. (szerk.) (2015): *Vadgazdálkodási Adattár - 2014/2015. vadászati év.* Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő.
- Csányi, S., Kovács, I., Csókás, A., Putz, K. és Schally, G. (szerk.) (2016): *Vadgazdálkodási Adattár 2012/2013. vadászati év.* Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő.
- Csányi, S., Márton, M., Kovács, V., Kovács, I., Putz, K. és Schally, G. (szerk.) (2017): *Vadgazdálkodási Adattár - 2016/2017. vadászati év.* Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő.
- Csányi, S. (szerk.) (2018): *Vadgazdálkodási Adattár - 2017/2018. vadászati év.* Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő.
- Csányi, S. (szerk.) (2019): *Vadgazdálkodási Adattár - 2018/2019. vadászati év.* Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő.
- Csordás R., Bíró Zs. (2015): A mezei nyúl táplálék- és élőhely-preferenciájának vizsgálata: A megfelelő mezőgazdasági struktúra kialakítása. *Vadbiológia*, 17: 46-55.
- Demeter E., Mátrai K. (1988): A mezei nyúl tápláléka intenzíven művelt alföldi területen, novemberben. *Vadbiológia*, 2: 85-90.
- Farkas D. (1983): Eltérő egyedsűrűségű mezei nyúl állományok reprodukciós képességének vizsgálata. Beszámoló jelentés a Természet és Vadvédelmi Állomás 1983. évi munkájáról, Természet- és Vadvédelmi Állomás, Fácánkert 37-40pp.



- Farkas P., Kusza Sz. és Majzinger I. (2016): Analysis of some population parameters of the brown hare (*Lepus europaeus* Pallas, 1758.) in two hunting areas on the Hungarian Great Plain. *Lucrări Științifice, Seria I*, 18 (1).
- Farkas P., Majzinger I. és Kusza Sz. (2016): A mezei nyúl (*Lepus europaeus*, Pallas 1758) fontosabb populációs paramétereinek összehasonlítása két alföldi területen. *Agrártudományi Közlemények*, 2016: 69–74.
- Farkas S., Majzinger I. (2007): A mezei nyúl (*Lepus europaeus*, Pallas 1778) élőhelypreferenciája a táplálkozási időszakban. *Agrár- és Vidékfejlesztési Szemle*, 2 (1): 29–37.
- Gál J. (2006): A Lajta-Hanság mezei nyúl állományának vizsgálata különös tekintettel annak egészségügyi helyzetére PhD értekezés, Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 111 pp.
- Heltay I. (1980): A mezei nyúl helyzete Magyarországon. *Nimród Fórum*, 26: 27–29.
- Heltay I., Kovács Gy. (1978): Szomszédos mezei nyúl populációk vizsgálata az optimálisan hasznosítható mennyiség meghatározása érdekében. *Nimród Fórum*, 22: 6–8.
- Kovács Gy. (1988): A célzott vadföldgazdálkodás hatása a mezei nyúl populációsűrűségére. *Vadbiológia*, 2: 91–95.
- Kovács Gy. (1988): Mezei nyúl állományok hasznosításának megtervezése. *Vadbiológia*, 2: 61–66
- Kovács Gy. (1994): A mezei nyúl gazdálkodás populációökológiai alapjai *Kandidátusi értekezés tézisei*, Gödöllői Agrártudományi Egyetem, Budapest, 18 pp.
- Kovács Gy., Heltay I. (1985). *A mezei nyúl. Ökológia, gazdálkodás, vadászat*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 177pp.
- Majzinger I. (2013): Preliminary results of reproductive parameters of the brown hare on field territories. *Lucrări Științifice, seria Agronomie*, 15 (1): 13–17.
- Majzinger I. (2014): Adatok a mezei nyúl szaporodási paramétereinek vizsgálatához és hasznosításához alföldi területeken. *Vadbiológia*, 16: 107–113.
- Majzinger I. (2017): Módszertani javaslat a mezei nyúl-állományok szabályozásához és hasznosításának tervezéséhez. *Nimród Vadászújság*, 105 (2): 4–7.
- Majzinger I., Csányi S. (2017): *Útmutató az adatokon alapuló mezei nyúl gazdálkodáshoz*. Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 70 pp.
- Szemethy L., Bíró Zs. és Kelemen J. (2004): Összefoglaló tanulmány a mezei nyúl gazdálkodás aktuális helyzetéről és a szükséges fejlesztésről. < <https://adoc.pub/sszefoglalo-tanulmany-a-mezei-nyul-gazdalkodas-aktualis-hely.html>> (2020.10.12.)
- Szemethy L., Bíró Zs., Heltai M., Katona K., Kelemen J., Erdélyi D. és Ócsai D. (2007): A mezei nyúl jelentősége, a populációt veszélyeztető tényezők és ezek megoldási lehetőségei.< <https://docplayer.hu/20673107-A-mezei-nyul-jelentosege-a-populaciott-veszelyezteto-tenyezok-es-a-megoldasi-lehetosegek.html>> (2020.10.12.)



## **HYPOMYCES PERNICIOSUS: A TERMESZTETT CSIPERKE „NEDVES MÓLÉ” BETEGSÉGÉT OKOZÓ PENÉSZGOMBA**

Büchner Rita – Faltum Mirella – Hatvani Lóránt – Allaga Henrietta –  
Vágvölgyi Csaba – Kredics László

**Absztrakt:** A kétspórás csiperke (*Agaricus bisporus*), melynek fehér és barna kalapos változata is ismert, világviszonylatban a legnépszerűbb termesztett gombák egyike, Magyarországon a termesztett gombamennyiség 90%-át teszi ki. Számos betegsége megjelenhet termesztés közben, melyek közül a penészek jelentik az egyik legkomolyabb problémát. A legismertebb a *Trichoderma* fajok által okozott zöldpenészes megbetegedés, mely rendkívül agresszíven terjed, a teljes termés kiesését is okozhatja. Szintén komoly gondokat okoz a *Hypomyces pernicius* Magnus (syn: *Mycogone perniciosa*) által okozott nedves mólé. Emellett a gombatermesztésben előfordulhatnak még a *Cladobotryum* fajok által okozott pókhálós penész, és a *Lecanicillium* fajok által okozott száraz mólé betegségek. Az utóbbi időben a zöldpenész mellett egyre gyakoribbak a nedves móléval fertőzött termesztőházak. A betegségre jellemző a termőtestek eltorzulása és nedves folyadékcsappék megjelenése, melyekben a baktériumok elszaporodhatnak. A gombatestek elkorcsosodnak, és rothadó húsrá emlékeztető, kellemetlen szaguk lesz. A fertőzött termőtestek kereskedelmi forgalomba nem hozhatóak, így a termesztőket komoly anyagi kár sújtja. A kórokozók alapos megismerése fontos az ellenük folyó küzdelemben, ezért számos kutatás keresi a gombatermés megvédelmének lehetőségeit. A leghatékonyabb védekezés a többi megbetegedéshez hasonlóan a megelőzés. Amennyiben ez nem sikeres, a teljes termesztőház, a termesztésben használt eszközök, valamint ruhák alapos fertőtlenítése, és a szigorú higiéniai követelmények betartása szükséges. Nagy előrelépést jelent, hogy elérhető a *H. pernicius* teljes genom szekvenciája, mely számos kutatáshoz nyújthat segítséget. A genom vizsgálata információkat szolgáltat a patogenitásában szerepet játszó génekről, melyek hozzájárulhatnak a gazda-patogén interakciók vizsgálatához és támogatást nyújthatnak különböző védekezési stratégiák kidolgozásához.

**Abstract:** The white and brown capped button mushroom (*Agaricus bisporus*) is among the most popular cultivated mushroom in the world. In Hungary, button mushroom accounts for 90% of the total mushroom crops. During the cultivation period, various diseases may occur and cause serious problems. The most investigated disease is the green mould caused by *Trichoderma* species, which is spreading aggressively, and may result in severe crop losses, in serious cases even complete crop failure. Wet bubble disease caused by *Hypomyces pernicius* Magnus (syn: *Mycogone perniciosa*) also generates serious problems. Dry bubble (*Lecanicillium fungicola*) and cobweb (*Cladobotryum* spp.) diseases might also appear in mushroom production. Recently, wet bubble infections are becoming more frequent in mushroom-growing houses. Characteristic signs of wet bubble infection include deformed fruiting bodies and wet drops colonized by bacteria. The fruiting bodies turn gelatinous and have a characteristic unpleasant smell resembling rotting meat. The disease causes economic losses to the producers, as the infected crops are not marketable. The investigation of the pathogens is crucial in disease control. Many experiments have been carried out to examine the possibilities of mushroom crop protection. Similar to other diseases, the most efficient means of control is prevention. In cases when precautions are not satisfactory, the disinfection of the production houses, tools, equipment and clothing, as well as following strict hygienic rules are necessary. An important advancement is that the complete genome sequence of *H. pernicius* has become available. The investigation of genomes provides information about the genes involved in pathogenicity, aiding the deeper understanding of host-pathogen interaction mechanisms and supporting the development of defence strategies.

**Kulcsszavak:** csiperke, *Agaricus*, *Hypomyces*, nedves mólé

**Keywords:** button mushroom, *Agaricus*, *Hypomyces*, wet bubble

## 1. Bevezetés

### 1.1. A kétspórás csiperke (*Agaricus bisporus*) jellemzése és termesztése

Magyarországon a csiperkegomba a legkedveltebb és a legnagyobb mennyiségben fogyasztott gombafaj. Zsír- és szénhidrát-tartalma alacsony, viszont fehérjékben gazdag, így könnyen beilleszthető a vegetáriánus vagy diabetikus étrendbe is (Jeong et al., 2010). A gombák fehérjéit alkotó aminosavak között számos nélkülözhetetlen (esszenciális), melyet táplálékbevitel során kell biztosítani a szervezetnek. Emellett magas a csiperke vitamintartalma, melyek közül a C vitamint, a B vitamincsoportot, valamint a D2 és D3 vitamint érdemes kiemelni (Golak-Siwulska et al., 2018). A legnagyobb mennyiségben a fehér kalapos csiperkét termesztik, viszont a barna kalapú fajták népszerűsége is egyre növekszik.

### 1.2. A csiperketermesztésben megjelenő kártevők és kórokozók

A folyamatosan növekvő gombafogyasztás erőteljesen fokozódó keresletet idéz elő, amely serkenti a gombatermesztő ipart. Ugyanakkor a termesztők számos kihívással kénytelenek szembenézni az előállítás során, amelyek közül a fertőző és nem fertőző betegségek különösen fontosak. Utóbbiak közé soroljuk a tömeges tüfejképződést, illetve -elhalást, a kifutást, a különböző deformációkat, valamint a sztrómát. A fertőzőes megbetegedéseket okozhatják vírusok, baktériumok és penészgombák. Habár a csiperkegomba termesztésében a vírusos megbetegedések ritkák, néhány esetben mégis előfordulnak. A „La France” betegség, valamint a csiperkegomba kalapbarnulás-vírusa a leggyakoribb. A baktériumok közül a *Pseudomonas* fajok (*Pseudomonas tolaasii*, *P. gingeri*) baktériumos foltosságot okoznak (Geösel, 2016). Penészgombák által okozott betegségek a *Trichoderma* fajok által okozott zöldpenészes fertőzés, a száraz mólé (*Lecanicillium fungicola*), a nedves mólé (*Hypomyces perniciosus*), és a pókhálós penész (*Cladobotryum* fajok) (Györfi, 2010). A legnagyobb termés kiesésért kétségkívül a zöldpenész felelős, mely már több évtizede jelen van a gombatermesztésben. Az eddigi kutatások bebizonyították, hogy ezeket a súlyos termés kieséseket okozó fertőzéseket *Trichoderma* fajok, főként a *T. aggressivum* f. *aggressivum* és a *T. aggressivum* f. *europaeum* okozzák (Kredics et al., 2011). Ezek a termesztésben előforduló kórokozók közvetlen vagy közvetett módon befolyásolják a termés mennyiségét, illetve minőségét. A parazita gombafajok mellett számos nem-mikrobiális kártevő is megjelenhet. Ilyen kártevők a Sciaridae, Phoridae és Cecidomyiidae légy családok képviselői (Diptera), illetve atkák (Acari) és fonálféreg (Nematoda), melyek a termesztési alapanyagban vagy a gomba termőtestében tesznek kárt (Geösel, 2016).

## 2. A csiperkegomba nedves mólé betegsége

### 2.1. A *Hypomyces perniciosus* taxonómiai helyzete és története

A *Hypomyces perniciosus* az Ascomycota (tömlősgombák) törzs Sordariomycetes osztályába, azon belül a Hypocreales rend Hypocreaceae családjába tartozó *Hypomyces* nemzetség gombapatogén gombafaja, korábban *Mycogone perniciosus* néven volt ismert (Zhang et al., 2017).

A csiperke nedves mólé betegségének megjelenéséről már a 19. század végéről is találhatunk feljegyzéseket. Hazánkban túl Franciaországban, Németországban és Angliában is megjelent. Schilberszky (1899) a beteg gombatesteket megnagyobbodott, alakatlan tömegként írta le, melyen nem lehet megkülönböztetni sem kalapot, sem gombatönköket. A mólé elnevezés a „la môle” kifejezésből ered, amit Franciaországban használtak először, és többek között torzszülöttet jelent, mely jól leírja a fertőzött gomba alakját ép társaihoz képest, másrészt a „molle” kifejezést használták Franciaországban a beteg gomba puha állományára. Schilberszky (1899) leírásai szerint a Párizs-vidéki gombtermesztők 10-25% termés kiesését tulajdonítottak ennek a betegségnek, de súlyos esetekben a teljes termés megsemmisülhet, és a fertőzött gombaágyakban többé nem lehet termesztést folytatni. Megfigyelte, hogy eleinte csak szórványosan, foltokban jelentkeznek a tünetek, később ezek a foltok egyre nagyobb teret foglalnak el. Maga a folyamat rothadászerű, és egy másik „élősdí” gomba okozza, melyet *Mycogone*-ként, pöfetegszerű alakját pedig *Verticillium*-ként nevezi meg. Említést tesz arról is, hogy Magnus Pál berlini botanikus 1887-ben ismertetett egy csiperkepatogén gombát, a *Hypomyces perniciosus*-t, mely hasonló rothadásos tüneteket okoz (Schilberszky, 1899).

A csiperke nedves mólé betegsége az 1980-as években Kelet-Ázsiában, Koreában is megjelent (Han et al., 1974). Harminc évvel később Délnyugat-Ázsiában, elsőként Szíriában írtak le jellegzetes, mólés tüneteket mutató csiperkegomba termőtesteket (Al-Ghazzawi–Al-Beig, 2011). A közel-keleti Iránból (Jamali et al., 2014), illetve az India északnyugati területén található Kashmir-völgyből is jelentettek az előbbiekkal szinte teljesen megegyező tünetegyüttest (Kouser–Shah, 2013).

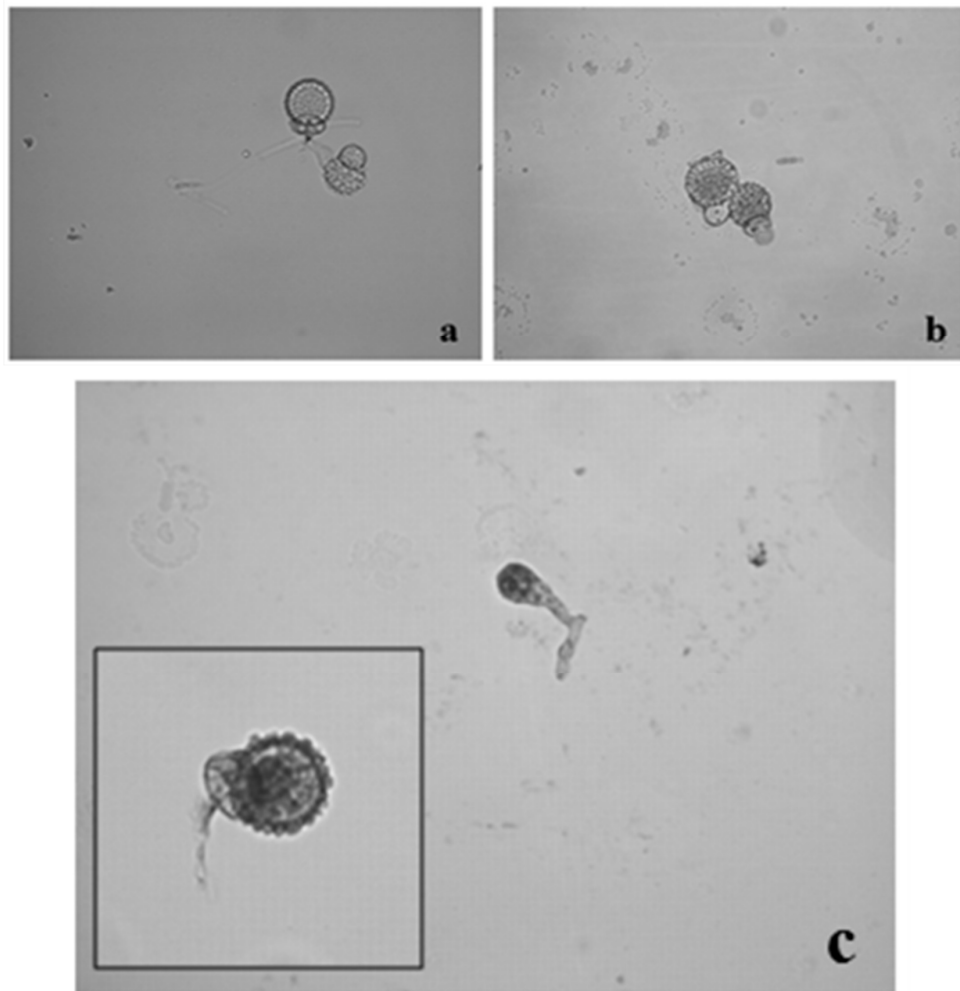
## 2.2. A nedves mólé tünetei és a *Hypomyces perniciosus* morfológiai tulajdonságai

A fertőzés jellemzően szórványosan jelenik meg a gombaágyakon. A gombatestek szerkezete rothadó, meggyengül, zselészerűvé válnak, és jellegzetes, rothadó húsrá emlékeztető, savanyú szaguk lesz. Az elrothadt termőtestek kereskedelmi forgalomba nem hozhatók (Schilberszky, 1899). A *H. perniciosus* micéliuma sűrű, fehér színű, hifái szeptáltak, elágazóak (Kouser et al., 2015).

A fertőzés után a *Hypomyces* spórái fehér vagy barna réteget képeznek a gombatestek felszínén. A szaporítóképletek morfológiai tulajdonságait tekintve a konídiofórok egyenesek, hosszúak és elágazóak, a konídiumok oválisak, vékonyfalúak, két sejtből állnak (Kouser et al., 2015). A kórokozó spórái levegővel, rovarokkal, de akár a termesztésben részt vevő személyek ruháján, eszközein is megtapadhatnak, könnyen elterjedhetnek. Kitartóspórák képződhetnek a kedvezőtlen időszakok átvészelésére, melyek hosszú ideig, akár hónapokig, évekig életképesek maradnak. Ilyen kitartóképletek a konídiofórokon képződő kicsi, vékony falú fialokonídiumok, valamint a rövid laterális hifákon képződő aleuriospórák (1. ábra), melyek az előbbieknél nagyobb, kétsejtű terminális klamidospórák. A laterális hifák vékony falú bazális sejtből, valamint sötétebb, gömbölyű, vastag falú apikális sejtből állnak. Szintén megfigyelték, hogy a *H.*

*perniciosus* micéliuma az idő múlásával változik: a nagy mennyiségű, pelyhes micélium először fehér, majd világosbarna, végül sötétbarna színre vált (Glamoclija et al., 2007).

**1. ábra: A *Hypomyces perniciosus* szaporítóképletei:**



aleuriospórák festetlen (a), és malachitzölddel festett (b), illetve aleuriospóra és klamidospóra safraninnal festett (c) fénymikroszkópos képe (Büchner Rita felvételei, Zeiss Axiolab FL8 HBO50 típusú mikroszkóp, AxioCam ERc5s kamera, 400× nagyítás)

**2.3. A *Hypomyces perniciosus* fertőzési mechanizmusa**

A *H. perniciosus* fő gazdaszervezete a csiperkegomba. A fertőzés forrása legtöbbször a kórokozót tartalmazó takaró föld, melyben akár három éven át képes fennmaradni aleuriospóra formájában (Kouser et al., 2015).

A kórokozó aleuriospórákkal, fialokonídiumokkal, valamint vegetatív micéliumával egyaránt képes fertőzni (Glamoclija et al., 2007). A betegség kialakulásának oka leggyakrabban a higiéniai előírások nem megfelelő betartása, melynek során a kórokozó állati vektorok vagy ember segítségével, öntözővízzel, kontrollálatlan légmozgással, rossz minőségű termesztési alapanyagok felhasználásával vagy a fertőtlenítés hiánya miatt is bekerülhet a termesztésbe.

A kórokozó a termesztés bármely szakaszában megtámadhatja a csiperke-termőtesteket, és a fertőzés időpontjától függően más-más tünetek jelennek meg. A kórokozó aleuriospórákkal, fialokonídiumokkal, valamint vegetatív micéliumával egyaránt képes fertőzni (Glamoclija et al., 2007). Az aleuriospóra felszínén található struktúrák hidrofób körülményeket biztosítanak, mely segíti a kórokozónak az *A. bisporus* természetesen hidrofób felületén való megtapadását (Umar et al., 2000). A kórokozó a termőtest felszínén növekszik, miközben sejtszintű változásokat okoz: a csiperke hifájának túlzott növekedését idézi elő, valamint dedifferenciációs folyamatokat indít el. A fertőzés során folyadék képződik, mely cseppek formájában megjelenik a termőtestek felületén. A megbetegedett, 6 mm-nél kisebb primordiumok – bár nem mutatnak sejt differenciálódást – nagy, szabálytalan tumorszerű masszává alakulnak. A kóros elváltozások 1 nap lappangási idő után kezdenek kialakulni. Az idősebb termőtesteken felszíni szövetekben lokalizált léziók jönnek létre, melyek később terjednek és egybefüggőek lesznek (Umar et al., 2000). A *H. perniciosus* hifái legtöbbször körbenövik a csiperke hifáit. A hifák között megfigyelhetők rendellenes, megnagyobbodott és megnövekedett számú tartaléksejtek (Umar et al., 2000). Mikroszkópos vizsgálatokkal megállapították, hogy fertőzés során a parazita inter- és intracellulárisan is jelen van a megfertőzött termőtestekben (Kouser et al., 2015).

Zhang és munkatársai (2017) a fertőzés lefolyását üvegcsőben vizsgálták oly módon, hogy a táptalajt tartalmazó üvegcső egyik oldalára csiperkét, az ellenkező oldalára pedig a mólé kórokozóját oltották. A kísérlet folyamán fény-, elektron- és lézerpásztázó mikroszkópos vizsgálatokat végeztek, valamint kísérletet tettek baktériumok és *H. perniciosus* izolálására a fertőzés különböző időpontjaiban (1. táblázat, Zhang et al., 2017).

## 1. táblázat: Megfigyelések a nedves mólé betegség lefolyásáról

Eltelt idő (nap)	Tünetek	Megfigyelések fénymikroszkóppal	Megfigyelések pásztázó elektron-mikroszkóppal	Megfigyelések lézerpásztázó mikroszkóppal	Iszolálás	
					H*	Baktériumok
1	-	Konidiumok és klamidospórák kicsíráztak. A csiperke micéliumának szerkezete nem változott.	Ugyanazt tapasztalták, mint a fénymikroszkóp esetében.	A csiperke micéliuma élő.	+	-
3	Nekrotikus barna léziók jelentek meg.	A fertőzés kiindulópontjánál a gombakalap barna és plazmolizált.	A klamidospórák megtapadtak a csiperke felszínén, csírázásnak indultak. A csiperke micélium változatlan.	A csiperke micéliuma élő.	+	-
6	A csiperke termőteste növekedésnek indult, a felszínén 1 cm-es H* kolónia fejlődött ki.	A patogén megfertőzte a csiperkét. Deformált micéliumok is megfigyelhetők az egészségesek között.	A micélium fertőzött részei sejtkárosodást, hidropikus degenerációt mutatnak.	A fertőzés kiindulópontja közelében a micéliumok elhaltak.	+	-
10	A csiperke tovább növekedett, elbarnult, benőtte a patogén. A termőtest felszínén néhány vízcsepp jelent meg.	A felszínén <i>Hypomyces</i> konidiumokat és klamidospórákat termelt.	A micélium fertőzött részein hidropikus degeneráció, valamint citoplazmolízis tapasztalható.	A csiperke micéliuma elhalt.	+	Baktériumokat megfigyelték a cseppekben, de nem tudták izolálni a csiperkegomba belsejéből vagy felszínéről
15	A gomba termőteste elpuhult, növekedése leállt. A korábban megjelent cseppek megszáradtak.	A csiperke micéliumának mennyisége lecsökkent, alig megfigyelhető. Jelentős mennyiségű <i>Hypomyces</i> található a termőtestekben. Baktériumokat figyeltek meg a termőtestek felszínén és a belsejében.	A csiperke legtöbb micéliumában hidropikus degeneráció, valamint citoplazmolízis figyelhető meg, a micélium tartalma üres volt (sejtszervek hiányoztak).	A csiperke néhány micéliuma elhalt.	+	Baktériumokat sikeresen izoláltak a csiperkegomba felszínéről vagy belsejéből.
20	A csiperke termőtestek szerkezete meggyengült, amit az összeroppanás és rothadás követett.	Nagyon kevés csiperkemiciélium figyelhető meg, baktériumok és a mólé jelenléte a termőtest felszínén és belsejében is jelentős.	A csiperke micéliuma degradált és apró darabokra tört.	A csiperke-micélium jelentős része elhalt.	+	Baktériumokat sikeresen izoláltak a csiperkegomba felszínéről vagy belsejéből.

\* *Hypomyces perniciosus*; Zhang és munkatársai (2017) nyomán.



## 2.4. *Hypomyces perniciosus* környezeti és tápanyagszükségletei

A *H. perniciosus* hőmérsékleti optimuma 21-28 °C között mozog, a legnagyobb mértékű növekedés 25 °C-on tapasztalható. Megfigyelték, hogy 10 °C-on vagy az alatt, illetve 30 °C-nál magasabb hőmérsékleten a kórokozó nem növekszik (Han et al., 1974). A gomba pH-optimuma a semleges tartományba tehető (Han et al., 1974), de ettől különböző, enyhén savas, pH 5,5-ös értékről is beszámoltak (Siwulski et al., 2011). Amennyiben a csiperke és a nedves mólé által kedvelt pH-érték különbözne, a védekezésben segíthetne a csiperkének kedvező pH-érték beállítása. Mivel a két gomba optimuma közel megegyezik, ez sajnos nem kivitelezhető (Han et al., 1974).

Az izolált gomba nagy mennyiségű, pelyhes micéliumot képez és a telepek színe fehérről sápadt világosbarnára, majd sötétbarnára változik. Maximális radiális növekedése komposzt-agaron volt mérhető, ezután a burgonyadextróz-agaron növesztett telepek következtek a növekedés szempontjából, míg a malátás táptalajon növekedett telepek mérete az előzőknél kisebb volt (Kouser et al., 2015). Tápanyagigényeinek vizsgálata során megállapították, hogy a *H. perniciosus* magnézium-, kálium- és foszforhiányos táptalajok esetében gyengébb növekedést mutat (Han et al., 1974). A szén- és nitrogénforrás jelenléte a táptalajban nagyon fontos, mivel ennek hiányában növekedést csak néhány esetben tapasztaltak. A táptalaj összetétele morfológiai változásokat idézett elő káliumhiányos táptalajon. A korábban sűrű micéliumok megritkultak, ezzel szemben a telepátmérő gyorsabban nőtt a káliumtartalmú táptalajon növekvő kórokozóhoz képest. Szintén érdekes megfigyelés, hogy a foszfor hiánya a táptalajban a fent említettel ellentétes változást okozott. A *H. perniciosus*-t magnézium-, vagy nehézfémhiányos táptalajon tenyésztve nem voltak eltérések a teljes táptalajhoz viszonyítva (Han et al., 1974).

## 3. A nedves mólé diagnosztikai lehetőségei

A kórokozókról szerzett genetikai ismeretek nagy mértékben hozzájárulhatnak védekezési stratégiák kidolgozásához, a fertőzések megelőzéséhez és kezeléséhez. A védekezést jelentősen hátráltatja, hogy a különböző törzsek könnyen mutálódnak, degradálódnak vagy változik a morfológiájuk, így pontos beazonosításuk kihívást jelent. Wang és munkatársai (2016) PCR-alapú molekuláris biológiai módszerek (RAPD: *random amplified polymorphic DNA*, ISSR: *inter simple sequence repeat*, SRAP: *sequence-related amplified polymorphism*) segítségével genetikailag feltérképeztek 49 *Hypomyces* törzset. A DNS-szekvencia polimorfizmusának vizsgálata alapján két fő csoportra lehetett osztani a vizsgált törzseket. Meghatározták a RAPD, ISSR és SRAP módszerekkel azonosított specifikus DNS-fragmentumok szekvenciáit, melyeket SCAR (*sequence characterized amplified region*) markerek tervezéséhez használtak fel. A tervezés eredményeképp kapott SCAR-markerek felhasználhatóak a törzsek beazonosítására (Wang et al., 2016). Illékony szerves anyagcseretermékeinek azonosításával a kórokozó kimutatható a termesztőhelyiség levegőjéből szilárd-fázisú mikroextrakciós mintavételi technikával kombinált gázkromatográfiás tömegspektrometriai (HS-SPME-GC-MS) eljárással is (Radványi et al., 2015).

#### 4. A *Hypomyces perniciosus* által okozott fertőzés elleni védekezési lehetőségek

##### 4.1. Agrotechnikai védekezés

A gombatermesztő helyiségek és a termesztésben használt eszközök, termesztési alapanyagok hőkezeléssel fertőtleníthetők oly módon, hogy minimum 4 órán át, megközelítőleg 49 °C-os hőmérsékletnek teszik ki őket (Lambert, 1931). Később megállapították, hogy 50 °C-os vagy annál magasabb hőmérsékleten legalább 20 percig kezelve a kórokozó elpusztul (Han et al., 1974).

##### 4.2. A kémiai védekezés lehetőségei

A kórokozók ellen kémiai ágensekkel is védekezhünk. A 20. század első felében teszteltek először kéntartalmú szereket a *H. perniciosus*-szal szemben, melynek során megállapították, hogy szinte teljesen megakadályozták a fertőzés kialakulását (Lambert, 1931). A 20. század végén más kémiai ágenseket is teszteltek, és a kísérletek eredményei azt mutatták, hogy mind a prokloráz, mind a benomil gátló hatást fejt ki a micéliális növekedésre (Jhune et al., 1991). A karbendazim és prokloráz-mangán *in vitro* vizsgálatok alapján már alacsony koncentrációban hatékonyak bizonyultak a *H. perniciosus*-szal szemben. Ezzel ellentétben az iprodion hatóanyag nagyobb koncentrációban sem volt kellően hatásos (Gea et al., 2010).

##### 4.3. A biológiai védekezés lehetőségei

Az utóbbi időkben a kémiai fungicidek alternatívájaként környezetbarát védekezési módszereket helyeznek előtérbe. A gombapatogének ellen más gombák által kibocsájtott illatanyagok, növényi eredetű illóolajok, valamint mikrobiológiai készítmények alkalmazásával kísérleteznek. A csiperke és más gombák által kibocsájtott 1-oktén-3-ol illatanyag gátolja a kórokozó spóráképzését, valamint a *Pseudomonas* fajok növekedését a gombaágyban, ezzel segítve a csiperke fejlődését (Berendsen al., 2013). Tanović és munkatársai (2009) számos illóolajat teszteltek több gombapatogénnel, többek között a *H. perniciosus*-szal szemben. A kísérletek során a gerániumolaj is jelentős gátlást mutatott, de a leghatékonyabbnak az oregánóolaj bizonyult (Tanović et al., 2009). Magyarországon Geösel és munkatársai (2014) szintén növények illóolajainak hatásait tanulmányozták. A hatékonyság összehasonlítása céljából a prokloráz-mangán és egy *Bacillus subtilis* törzs antagonistá tulajdonságát is vizsgálták. Megállapították, hogy a fahéj-, a menta- és a gerániumolaj jelentős gátlást fejtettek ki a *H. perniciosus* növekedésére, viszont a csiperkegomba növekedését is hátrányosan befolyásolták. Ebből arra következtethetünk, hogy a tesztelt illóolajok nem szelektívek, továbbá áruk és alkalmazásuk nehézségéből fakadóan sem vehetik fel a versenyt a hagyományos védekezési módszerekkel (Geösel et al., 2014).

A gombakórokozók ellen mikrobiális készítményekkel is védekezhünk. Mivel a *Bacillus subtilis* tesztelése során a nedves móléval szemben hatásosnak bizonyult, így akár a termesztésben használható készítmény fejleszthető belőle (Geösel et al., 2014).

#### 4.4. Rezisztens csiperkefajták alkalmazása a termesztésben

A terméskiesés megelőzésének egyik módszere lehet a betegségekre természetesen rezisztens fajták termesztése. Az *Agaricus blazei* alternatívaként szolgálhat a csiperkegomba termesztésben, mivel ellenálló a *L. fungicola* (korábban *Verticillium fungicola*) által okozott száraz mólé betegséggel, valamint a nedves móléval szemben (Geösel, 2011).

Fu és munkatársai (2016) tanulmányukban 28 *A. bisporus* törzset vizsgáltak, melynek során móléval szemben ellenálló törzseket kerestek. Megállapították, hogy 10 vad törzs erősen rezisztensnek, 5 törzs érzékenynek, 13 termesztett törzs pedig erősen érzékenynek bizonyult. A vizsgálatok azt is felfedték, hogy a Kínában megtalálható vad csiperke törzsek genetikai diverzitása magasabb, mint a termesztett törzseké, viszont génáramlásuk alacsony szintet mutat. A vizsgált kínai vad törzsek a termesztett törzsekétől eltérő, konszenzus ősi genotípussal rendelkeznek (Fu et al., 2016).

### 5. Kitekintés

A nedves mólé betegséget okozó *Hypomyces perniciosus* (korábban *Mycogone perniciosa*) súlyos problémákat képes okozni a csiperke termesztésében. Mivel a nedves mólé ellen bevethető kémiai védekezési lehetőségek köre korlátozott, a közeljövőben az alternatív, biológiai védekezési eljárások térnyerése várható. Li és munkatársai (2019) sikeresen meghatározták a *H. perniciosus* HP10-es törzsének teljes, 44 Mb méretű, 10 077 gént tartalmazó genomszekvenciáját. Filogenetikai elemzések rámutattak, hogy a *H. perniciosus* közeli rokonságban áll a *Cladobotryum protrusum*-mal, mely a pókhálós penész egyik kórokozója (Li et al., 2019). A genomszekvencia részletes elemzése fontos információkat szolgáltathat a patogenitásban szerepet játszó génekről, és jelentősen hozzájárul a gazda-patogén interakciók vizsgálatához, ezáltal új védekezési stratégiák kidolgozásához nyújthat támogatást.

### Köszönetnyilvánítás

A kézirat a GINOP-2.2.1-15-2016-00006 (A gombaipari termékpálya ökológiai gazdálkodásra történő átállásának előmozdítása, termésbiztonság fokozása és új, funkcionális gombaalapú élelmiszerek előállítása) projekt támogatásával készült.

### Irodalomjegyzék

- Al Ghazzawi, A., Al-Beig, N. (2011): First report of *Mycogone perniciosa* on cultivated mushroom *Agaricus bisporus* in Syria. *Journal of Plant Pathology*, 93 (S4): 63–89. <http://dx.doi.org/10.4454/jpp.v93i4.2364>
- Berendsen, R.L., Kalkhove, S.I.C., Lugones, L.G., Baars, J.J.P., Wösten, H.A.B., Bakker, P.A.H.M. (2013): Effects of the mushroom-volatile 1-octen-3-ol on dry bubble disease. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97: 5535–5543. <https://doi.org/10.1007/s00253-013-4793-1>
- Fu, Y., Wang, X., Li, D., Liu, Y., Song, B., Zhang, C., Wang, Q., Chen, M., Zhang, Z., Li, Y. (2016): Identification of resistance to wet bubble disease and genetic diversity in wild and cultivated

- strains of *Agaricus bisporus*. *International Journal of Molecular Sciences*, 17 (10): 1568. <https://doi.org/10.3390/ijms17101568>
- Gea, F.-J., Tello, J.C., Navarro, M.-J. (2010): Efficacy and effects on yield of different fungicides for control of wet bubble disease of mushroom caused by the mycoparasite *Mycogone perniciosa*. *Crop Protection*, 29 (9): 1021–1025. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.06.006>
- Geösel A. (2016): A termesztett csiperkegomba védelme. *Növényvédelem*, 77: 461–471.
- Geösel A. (2011): Az *Agaricus blazei* (Murrill) termesztési lehetőségei és komplex összehasonlító vizsgálata. Doktori értekezés, Corvinus Egyetem Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék, Budapest.
- Geösel A., Szabó A., Akan, O., Szarvas J. (2014): Effect of essential oils on mycopathogens of *Agaricus bisporus*. In: Singh, M. (szerk.): *Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products*, ICAR-Directorate of Mushroom Research, Újdelhi, India, pp. 530–553.
- Glamoclija, J.-M., Sokovic, M.-D., Ljaljevic-Grbic, M.-V., Vukojevic, J.-B., Milenkovic IM, van Griensven LJLD (2007): Morpho-physiological characteristics and interactions of isolates of *Mycogone perniciosa* (Magnus) Delacr., *Proceedings for National Sciences - Matica Srpska*, 113: 235–241.
- Golak-Siwulska, I., Kaluzewicz, A., Wdowienko, S., Dawidowicz, L., Sobieralski, K. (2018): Nutritional value and health-promoting properties of *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach. *Herba Polonica*, 64 (4): 71–81. <https://doi.org/10.2478/hepo-2018-0027>
- Györfi J. (2010): Élettani eredetű fejlődési rendellenességek a csiperkegomba-termesztésben, Agrofórum, pp. 31–33.
- Han, Y.-S. Kim, D.-S., Jun, B.-S., Shin, K.-C. (1974): Some factors affecting growth of *Mycogone perniciosa* Magn. causing wet bubble in cultivated mushroom, *Agaricus bisporus* (Lange) Sing., *Korean Journal of Mycology*, 2: 1–6.
- Jamali, M., Goltapeh, M., Moghaddam, F.A., Nasaj, S.M., Mohammadi, E. (2014): Pathogenesis of *Mycogone perniciosa* causal agent of wet bubble of white button mushroom (*Agaricus bisporus*) in Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 50: 165–167.
- Jeong, C.-S., Jeong Y.-T., Yang B.-K., Islam, R., Koyyalamudi, S. R., Pang, G., Cho, K.-Y., Song, C.-H. (2010): White button mushroom (*Agaricus bisporus*) lowers blood glucose and cholesterol levels in diabetic and hypercholesterolemic rats. *Nutrition Research*, 30: 49–56. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2009.12.003>
- Jhune, C.-S., Kim, G.-P., Cha, D.-Y. (1991): Studies on the chemical control of *Mycogone perniciosa* Magn in cultivation of mushroom *Agaricus bisporus* (Lang) Sing. *Korean Journal of Mycology*, 19 (1): 85–90.
- Kouser, S., Shah, S. (2013) Isolation and identification of *Mycogone perniciosa*, causing wet bubble disease in *Agaricus bisporus* cultivation in Kashmir. *African Journal of Agricultural Research*, 8: 4804–4809. <https://doi.org/10.5897/AJAR2013.6808>
- Kouser, S., Shah, S., Ahmed, M., Shah, M.-D., Sheikh, P.A. (2015): Morphological characteristics of wet bubble disease (*Mycogone perniciosa*) isolated from button mushroom (*Agaricus bisporus*) and assessment of factors affecting disease development and spread. *African Journal of Microbiology Research*, 9: 185–193. <https://doi.org/10.5897/AJMR2013.6533>
- Kredics L., Hatvani L., Körmöczy P., Manczinger L., Vágvolgyi Cs. (2011): A termesztett csiperke zöldpenészes fertőzése. *Mikológiai Közlemények Clusiana*, 50 (2): 199–218.
- Lambert, E.-B. (1931): Mushroom disease known as „bubbles” controlled by exclusion and eradication. In: Eisenhower, M.S., Chew, A.P.: *Yearbook of Agriculture*, United States Department of Agriculture, Washington DC, USA, pp. 394–396.
- Li, D., Sossah, F.L., Sun, L., Yongping, F., Li, Y. (2019) Genome analysis of *Hypomyces pernicius*, the causal agent of wet bubble disease of button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Genes*, 10 (6): 417–452. <https://doi.org/10.3390/genes10060417>
- Radványi, D., Gere, A., Jókai, Z., Fodor, P. (2015): Rapid evaluation technique to differentiate mushroom disease-related moulds by detection of microbial volatile organic compounds using

- HS-SPME-GC-MS. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 407: 537–545. <https://doi.org/10.1007/s00216-014-8302-x>
- Schilberszky K. (1899): A csiperkegomba mólé-betegsége. *Pótfüzet, Természettudományi Közlöny*, 31 (2): 65–75.
- Siwulski, M., Sobieralski, K., Górski, R., Lisiecka, J., Sas-Golak, I. (2011): Temperature and pH impact on the mycelium growth of *Mycogone perniciosa* and *Verticillium fungicola* isolates derived from Polish and foreign mushroom growing houses. *Journal of Plant Protection Research*, 51: 268–272. <https://doi.org/10.2478/v10045-0011-0044-6>
- Tanović, B., Potočnik, I., Delibasic, G., Ristic, M., Kostic, M., Markovic, M. (2009): *In vitro* effect of essential oils from aromatic and medicinal plants on mushroom pathogens: *Verticillium fungicola* var. *fungicola*, *Mycogone perniciosa*, and *Cladobotryum* sp. *Archives of Biological Sciences*, 61: 231–237. <https://doi.org/10.2298/ABS0902231T>
- Umar, M.H., Geels F.P., van Griensven L.J.L.D. (2000): Pathology and pathogenesis of *Mycogone perniciosa* infection of *Agaricus bisporus*. In: van Griensven, L.J.L.D. (szerk.): *Proceedings of the 15<sup>th</sup> International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi*, vol. 2, Balkema, Rotterdam, Hollandia, pp. 561–567.
- Wang, W., Li, X., Chen, B., Wang, S., Li, C., Wen, Z. (2016): Analysis of genetic diversity and development of SCAR markers in a *Mycogone perniciosa* population. *Current Microbiology*, 73: 9–14. <https://doi.org/10.1007/s00284-016-1020-1>
- Zhang, C., Kakishima, M., Xu, J., Wang, Q., Li, Y. (2017): The effect of *Hypomyces perniciosus* on the mycelia and basidiomes of *Agaricus bisporus*. *Microbiology*, 163 (9): 1273–1282. <https://doi.org/10.1099/mic.0.000521>



## AUREOBASIDIUM FAJOK MEZŐGAZDASÁGI JELENTŐSÉGE

Máté Eszter – Hatvani Lóránt – Kredics László – Vágvölgyi Csaba

**Absztrakt:** Az *Aureobasidium* nemzetség tagjai a természetben széles körben előforduló szaprotróf gombák, melyek több gyakorlati szempontból jelentős tulajdonsággal rendelkeznek. Számos *A. pullulans* törzset alkalmaznak különböző biopolimerek és enzimek ipari méretekben történő előállítására, de ez a faj (az *A. melanogenum*-mal egyetemben) változatos kórképek kialakításáért felelős opportunistá humán patogénként is ismert. Az *A. pullulans* emellett hatékonyan képes gátolni különböző mezőgazdasági kórokozó mikroorganizmusokat, minek következtében alkalmas az ezekkel szembeni biológiai védekezésre, ugyanakkor más *Aureobasidium* fajok növénypatogénként jelentős károkat okozhatnak. Az összefoglaló mű célja az *Aureobasidium* nemzetségbe tartozó fajok mezőgazdasági jelentőségének bemutatása a nemzetközi szakirodalomban rendelkezésre álló adatok alapján.

**Abstract:** Members of the genus *Aureobasidium* are widespread saprotrophic fungi, possessing several properties that make them important from practical point of view. Numerous *A. pullulans* strains are applied for the industrial-scale production of different biopolymers and enzymes, but together with *A. melanogenum*, this species is also known as an opportunistic human pathogen, being able to produce various symptoms. In addition, *A. pullulans* can efficiently suppress a range of pathogenic microorganisms with agricultural relevance, thus it can be used for biocontrol purposes, while further *Aureobasidium* species cause considerable damage as plant pathogens. The objective of this review is presenting the agricultural importance of species belonging to the genus *Aureobasidium* based on data available in the international scientific literature.

**Kulcsszavak:** *Aureobasidium*, mezőgazdaság, biológiai védekezés, növényi kórokozók

**Keywords:** *Aureobasidium*, agriculture, biological control, plant pathogens

### 1. Bevezetés

A melanintermelésük miatt fekete élesztőknek is nevezett, a *Dothideales* rend *Aureobasidiaceae* családjába tartozó *Aureobasidium* nemzetség (Thambugala et al., 2014) tagjai világszerte elterjedt szaprotróf gombák. Egyaránt megtalálhatók mérsékelt, hideg és trópusi éghajlatú területek szárazföldi, tengeri és édesvízi élőhelyein, de emberi környezetből is gyakran izolálhatók (Deshpande et al., 1992; Lotrakul et al., 2009; Zupančič et al., 2016). A nemzetség legismertebb faja, az *A. pullulans* olyan extrém körülményeket képviselő környezetekben is előfordul, mint a magas sókoncentrációjú vizek (Gunde-Cimerman et al., 2000) vagy a forróvízű gleccserek (Zalar et al., 2008). Az *A. pullulans* polimorf gomba, amely a környezeti körülmények, mint a hőmérséklet, a pH, az oxigénkoncentráció és a rendelkezésre álló tápanyagok függvényében képes élesztőszerű vagy fonalas növekedésre is (Deshpande et al., 1992).

Az *Aureobasidium* nemzetség fajainak gyakorlati jelentősége ipari, klinikai és mezőgazdasági szempontokból egyaránt sokrétű. Az *A. pullulans* a biotechnológiai iparban széles körben alkalmazott mikroorganizmusok egyike. Felhasználják többek között különféle biopolimerek, mint a gyógyszer- és élelmiszeriparban gyakran alkalmazott pullulán (Chatap et al., 2013; Mishra-Amin, 2011; Diab et al., 2001;

Morsy et al., 2015; Otoni et al., 2017; Bozoudi-Tsaltas, 2018) és a poli- $\beta$ -L-almasav (Holler et al., 1992; Huang et al., 2012; Portilla-Arias et al., 2010) szintézisére. A faj további elterjedt felhasználási területe különböző extracelluláris enzimek, mint amilázok (Saha-Bothast, 1993; Gupta et al., 2003), cellulázok (Kudanga-Mwenje, 2005), lipázok (Chi et al., 2009; Leathers et al., 2013), proteázok (Chi et al., 2007; Ni et al., 2008; Prasongsuk et al., 2018), xilanázok (Yegin et al., 2017), mannanázok (Kremnicky-Biely, 1997) és lakkázok (Rich et al., 2013) ipari célú termelése. Ezeken túl bizonyos törzsek a táplálkozási célokat szolgáló egysejt-fehérje (Chi et al., 2008), valamint a gyógyszeripari, mezőgazdasági és környezeti szempontból egyaránt jelentős, vaskötésben szerepet játszó sziderofórok (Prasongsuk et al., 2018) forrásaként is nagy jelentőséggel rendelkeznek.

Bizonyos *Aureobasidium* fajok, mint az *A. pullulans* és az *A. melanogenum* opportunistáknak humán kórokozóként klinikai szempontból is jelentősek. Elsősorban immunszuppresszált páciensekben változatos tünetek kialakítására képesek, melyek a bőrfertőzésektől (Chen et al., 2016; Joshi et al., 2010) kezdve a szubkután (Arranz Sanchez et al., 2006) és lágyyszöveti mikózisokon (Pikazis et al., 2009) át a fungémiáig (Mittal et al., 2018; Mershon-Shier et al., 2011) és a szisztémás mikózisokig (Nalcacioglu et al., 2018; van Hougenhouck-Tulleken et al., 2016) terjednek, és súlyos esetben akár halálos kimenetelűek is lehetnek.

A nemzetség egyes tagjai – élükön az *A. pullulans* fajjal – mezőgazdasági szempontból is kiemelkedő jelentőséggel rendelkeznek, összefoglaló munkánk célja ennek bemutatása.

## 2. Az *Aureobasidium pullulans* felhasználása a biológiai védekezésben

Haszonnövényeinket számos kártevő és kórokozó károsíthatja, és a gyümölcs- és zöldségtermesztésben a legnagyobb veszteségeket a gombafertőzések okozzák mind a szántóföldön, mind pedig betakarítás után. Az Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Világszervezet (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*) jelentése alapján Európában, Észak-Amerikában és Óceániában 29% körüli az általános veszteség, az iparosodott Ázsia, Délkelet-Ázsia, Afrika és Latin-Amerika országaiban pedig 38%-nak tekintik az átlagot (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011).

A betegségek elleni védekezésben hagyományosan alkalmazott, főként kémiai növényvédőszereken alapuló technológiák mellett egyre nagyobb igény mutatkozik a különféle biológiai módszerek kidolgozására és alkalmazására, melyek során élőlényeket, leggyakrabban mikroorganizmusokat vagy ezek bizonyos termékeit (pl. enzimek, metabolitok) alkalmazzák különböző kártevőkkel és kórokozókkal szemben (Pal-McSpadden Gardener, 2006). Számos élesztőgombafaj tekinthető potenciális biokontroll ágensnek különböző növénypatogének ellen, ennek oka hatékony antagonista képességük, alacsony környezeti igényeik és biztonságos alkalmazhatóságuk (Freimoser et al., 2019).

Az *A. pullulans* a nemzetközi szakirodalomban alaposan és sokrétűen jellemzett élesztőgomba, az egyes törzsek biotechnológiai és környezeti felhasználását általánosan biztonságosnak tekintik. Számos izolátum mutat jelentős antagonista



aktivitást növénypatogén mikroorganizmusokkal, főként raktári kártevőkkel szemben. A mezőgazdaságban jelenleg leginkább ezen tulajdonságuk miatt alkalmazzák őket, de fontos szerepet játszhatnak a mikotoxin-biokontrollban is a toxinhoz való kötődésen vagy annak abszorpcióján keresztül (Bozoudi-Tsaltas, 2018). Ezek következtében több törzset is regisztráltak már biokontroll termékként különböző kórokozók által okozott betegségek kezelésében történő alkalmazásra (Freimoser et al., 2019).

Számos *A. pullulans* törzs bizonyult hatékonynak a rothadás okozta veszteség csökkentésében szőlő, kivi, eper, grapefruit és paradicsom esetében (Ippolito et al., 1997; Schena et al., 1999; Adikaram et al., 2002), a hagymaszár védelmében (Fokkema-Lorbeer, 1974), illetve a *Botrytis aclada* és *B. cinerea* sporulációjának gátlásában (Kohl et al., 1997). Lima és munkatársai (1997) tanulmányában az *A. pullulans* L47 törzs magasabb aktivitást mutatott a leszüretelt eper *B. cinerea* által okozott rothadásának gátlásában, ha már virágzáskor alkalmazták, mint amikor csak a szüretelés idején, ezzel szemben a *Rhizopus stolonifer* ellen hatásos volt szüretelés idején alkalmazva is. A különbség a két kórokozó eltérő fertőzési ciklusával magyarázható, ugyanis a *B. cinerea*-tól eltérően a *R. stolonifer* ritkán fordul elő a virágokon, csak az érett epret fertőzi meg (Harris-Dennis, 1980).

Az élesztők által előállított enzimekről, mint a kitinázokról, glükánázokról vagy proteázokról ismert, hogy szerepet játszanak a biokontrollban (Zajc et al., 2019). Az *A. pullulans* *Pichia pastoris*-ban kifejeztetett Alp5 lúgos szerin proteázáról almán végzett vizsgálatokban kimutatták, hogy gátolja a *Penicillium expansum*, *B. cinerea*, *Metschnikowia fructicola* és *Alternaria alternata* spóráképzését, és csökkenti a csíratömlő hosszát is (Banani et al., 2014; Zhang et al., 2012). Ippolito és munkatársai (2000) tanulmányukban leírják, hogy az *A. pullulans* lehetséges biokontroll ágensként alkalmazható az alma szüretelése után a *B. cinerea* és *P. expansum* ellen, melyek a gyümölcs rothadását okozzák. Kimutatták, hogy az *A. pullulans* képes indukálni a kitináz,  $\beta$ -1,3-glükánáz és peroxidáz felhalmozódását az almában. A rothadás mértékének megfigyelt, *A. pullulans* általi csökkentése valószínűleg egy összetett hatásmód eredménye: a gomba (1) növeli a patogének fogékonyságát az almában felhalmozódott kitináz,  $\beta$ -1,3-glükánáz és egyéb litikus enzimek iránt, illetve (2) a patogéneket direkt módon gátló, antibiotikus hatású vegyületeket állít elő. Az *A. pullulans* antibiotikum-termelése szintén előnyt biztosított *Pseudomonas syringae*-vel szemben száraz, oligotróf körülmények között (McCormack et al., 1995), illékony szerves vegyületei pedig *in vitro* és növényeken vizsgálva egyaránt hatékonyan gátolták a *B. cinerea*, *Colletotrichum acutatum*, *P. expansum*, *P. digitatum* és *P. italicum* növekedését és az általuk kiváltott tünetek kialakulását (Di Francesco et al., 2015). A gátló hatású vegyületek az alkoholok csoportjába tartoznak, és a legnagyobb antifungális aktivitást a 2-fenil-etanolnak, a 3-metil-1-butanolnak és az etanolnak tulajdonították (Di Francesco et al., 2015; 2020; Roberti et al., 2019; Yalage Don et al., 2020).

A moníliás gyümölcsrothadás a *Prunus* nemzetségbe tartozó, kereskedelmi célokra termesztett fajok esetében világszerte az egyik legfontosabb, gombák által okozott tünetegyüttes (Batra, 1991). A betegség fő kórokozói a *Monilinia laxa*, *M.*

*fructicola* és *M. fructigena* (Ogawa et al., 1995). A súlyos tünetek általában szüretelés után, tárolás közben és szállítás során jelentkeznek. A *M. laxa* által okozott kár mértékéről Európában 59%-os (Larena et al., 2005), míg az USA-ban a *M. fructicola* esetében 80-90%-os veszteséget is leírtak (Hong et al., 1997). A patogén elleni védekezés jelenleg kémiai gombaölőszerek virágzás és szüretelés előtti kijuttatásával történik. Európában szüretelés után már nem engedélyezett vegyszerek alkalmazása csonthéjasokon (Casals et al., 2010), és a tárolás, szállítás és árusítás során gyakran megjelenik a monília rothadás. Mari és munkatársai (2012) tanulmányában két *A. pullulans* törzs (L1, L8) is hatékonyan gátolta a három említett *Monilinia* fajt, így a szüretelés után alkalmazandó biofungicidek aktív összetevői lehetnek.

A szőlőfürtökön szüreteléskor jelen lévő mikroorganizmusok fontos szerepet játszanak a bor készítése során. A baktériumok és az élesztők nagy valószínűséggel mutualista kapcsolatban állnak egymással annak érdekében, hogy hatékonyan kolonizálni tudják a bogyókat. Viszont az *A. pullulans*-ról ismert, hogy antagonista hatással lehet más élesztőkkel és egyéb gombákkal szemben, ami feltételezhetően befolyásolja a szőlő általános ökológiáját (Prakitchaiwattana et al., 2004). Beszámoltak arról, hogy az *A. pullulans* képes gátolni a szürkerothadásért felelős *B. cinerea* növekedését a szőlőfürtök felületén (Renouf et al., 2005).

A laskagomba (*Pleurotus ostreatus*) gazdaságilag világszerte jelentős termesztett gombafaj, ám fogékony különböző biotikus betegségekre, melyek közül a legnagyobb károkat a zöldpenész eredményezi (Woo et al., 2004; Hatvani et al., 2007; 2012; Sobieralski et al., 2012; Innocenti et al., 2019). A fertőzéseket leggyakrabban a *Trichoderma pleuroti* (korábban *T. pleurotum*) és a *T. pleuroticola* fajok okozzák (Park et al., 2006; Hatvani et al., 2007; Komoń-Zelazowska et al., 2007). Jelenleg az egyetlen lehetőség a betegség kontrollálására a prokloráz aktív hatóanyagot tartalmazó fungicidek alkalmazása. Roberti és munkatársai (2019) tanulmánya elsőként említi az *A. pullulans* alkalmazását a laskagomba-patogén *Trichoderma* fajok növekedésének gátlására mind *in vitro*, mind pedig gombafarmokhoz hasonló környezetet biztosító *in vivo* vizsgálatokban. A vizsgált törzsek (L1 és L8) (Di Francesco et al., 2015; 2017; 2018; Mari et al., 2012) közül az L8 bizonyult hatásosnak a fertőzés kezelésére: a *T. pleuroticola* ellen hasonló eredményt hozott, mint a prokloráz, míg a *T. pleuroti* okozta fertőzéssel szemben a fungicidhez képest kevésbé volt hatékony (Roberti et al., 2019).

Két *A. pullulans* törzs, a DSM 14940 (CF 10) és a DSM 14941 (CF 40) keverékét az *Erwinia amylovora* által okozott tűzelhalás betegség ellen alkalmazható növényvédőszerként aktív összetevőjeként regisztrálták (European Food Safety Authority, 2013). A különböző helyszíneken és mezőgazdasági körülmények között tesztelt készítményt nedvesítendő por formájában szerelik ki Blossom-Protect® márkanév alatt (Kunz, 2004; Kunz-Haug, 2006; Kunz et al., 2011; Seibold et al., 2004). Ugyanezt a két törzset vizsgálták és regisztrálták az alma szüretelés utáni betegségeinek leküzdésére Boni-Protect® néven (Weiss et al., 2006). A két törzs hasonló felhasználását kutatják az eper, szilva és cseresznye rothadásos betegségei ellen (Holb-Kunz, 2013; Weiss et al., 2014).

### 3. Növénypatogén *Aureobasidium* fajok

Habár az *Aureobasidium* nemzetség tagjai általában szaptrótrófok, bizonyos fajok különböző növények levélfoltosságát is okozhatják. Ez leginkább a *Proteaceae* családba tartozó növényfajokat érinti, melyek színes virágzatuk miatt a nemzetközi virágkertészeti piacon igen elterjedtek. A két legfontosabb patogén faj az *A. leucospermi* és az *A. proteae*. Az *A. proteae* Dél-Afrikából ismert, mint különböző *Protea* fajok kártevője, az *A. leucospermi* pedig Dél-Afrikán kívül Indonéziában és Portugáliában fertőz egyes *Leucospermum* fajokat. Az *A. leucospermi* okozta levélfoltosság tünetek tekintetében nagyon hasonlít az *A. proteae* által okozotthoz. A két gombafaj morfológiai tulajdonságai hasonlóak, és filogenetikai szempontból is közeli rokonságban állnak (Crous et al., 2011).

### 4. Összegzés

Az *Aureobasidium* nemzetség legismertebb faja az *A. pullulans*, amely biotechnológiai jelentősége mellett mezőgazdasági szempontból is hasznos, mivel hatékonyan alkalmazható különféle termesztett növények és gombák kórokozói elleni biológiai védekezésre. Viszont mivel klinikai esetleírások alapján képes humán megbetegedéseket is okozni, mindenképpen szükséges az ipari és mezőgazdasági célokra alkalmazni kívánt törzsek részletes vizsgálata. Az *Aureobasidium* fajok mezőgazdasági jelentősége vitathatatlan, ám a nemzetségbe a biokontroll aktivitású *A. pullulans* mellett növénypatogén fajok is tartoznak (*A. leucospermi*, *A. proteae*), így megítélése mezőgazdasági szempontból is kettős. A közelmúltban azonban számos *A. pullulans* izolátum teljes genomszekvenciája elérhetővé vált (Gostinčar et al., 2014; 2019), mely új lehetőségeket teremt a biztonságosan alkalmazható törzsek kiválasztására, és fontos információkkal járulhat hozzá a megfelelő kockázatelemzés kivitelezéséhez.

### Köszönetnyilvánítás

A kézirat a GINOP-2.2.1-15-2016-00006 (A gombaipari termékpálya ökológiai gazdálkodásra történő átállásának előmozdítása, termésbiztonság fokozása és új, funkcionális gombaalapú élelmiszerek előállítása) projekt támogatásával készült.

### Irodalomjegyzék

- Adikaram, N.K.B., Joyce, D.C., Terryc, L.A. (2002): Biocontrol activity and induced resistance as a possible mode of action for *Aureobasidium pullulans* against grey mould of strawberry fruit. *Australasian Plant Pathology*, 31: 223–229. <https://doi.org/10.1071/AP02017>
- Arranz Sanchez, D.M., de la Calle, M.C., Martin-Diaz, M.A., Flores, C.R., Gonzalez-Beato, M.J., Pinto, P.H., Diaz Diaz, R.M. (2006): Subcutaneous mycosis produced by *Aureobasidium pullulans* in a renal transplant recipient. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 20: 229–30. <https://doi.org/10.1111/j.1468-3083.2006.01385.x>
- Banani, H., Spadaro, D., Zhang, D., Matic, S., Garibaldi, A., Gullino, M.L. (2014): Biocontrol activity of an alkaline serine protease from *Aureobasidium pullulans* expressed in *Pichia pastoris* against four postharvest pathogens on apple. *International Journal of Food Microbiology*, 182–183: 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.05.001>

- Batra, L.R. (1991): World species of *Monilinia* (fungi): their ecology, biosystematics and control. *Mycologia Memoir*, 16: 1–246.
- Bozoudi, D., Tsaltas, D. (2018): The multiple and versatile roles of *Aureobasidium pullulans* in the vitivinicultural sector. *Fermentation*, 4 (4): 85. <https://doi.org/10.3390/fermentation4040085>
- Casals, C., Vinas, I., Landl, A., Picouet, P., Torres, R., Usall, J. (2010): Applications of radio frequency heating to control brown rot on peaches and nectarines. *Postharvest Biology and Technology*, 58 (3): 218–224. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.07.003>
- Chatap, V.K., Maurya, A.R., Deshmukh, P.K., Zawar, L.R. (2013): Formulation and evaluation of nisdipine sublingual tablets using pullulan & chitosan for rapid oromucosal absorption. *Advances in Pharmacological and Pharmaceutical Sciences*, 1: 18–25. <https://doi.org/10.13189/app.2013.010104>
- Chen, W.T., Tu, M.E., Sun, P.L. (2016): Superficial phaeohyphomycosis caused by *Aureobasidium melanogenum* mimicking *tinea nigra* in an immunocompetent patient and review of published reports. *Mycopathologia*, 181 (7-8): 555–560. <https://doi.org/10.1007/s11046-016-9989-3>
- Chi, Z., Ma, C., Wang, P., Li, H.F. (2007): Optimization of medium and cultivation conditions for alkaline protease production by the marine yeast *Aureobasidium pullulans*. *Bioresource Technology*, 98 (3): 534–538. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.02.006>
- Chi, Z., Wang, F., Chi, Z., Yue, L., Liu, G., Zhang, T. (2009): Bioproducts from *Aureobasidium pullulans*, a biotechnologically important yeast. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 82 (5): 793–804. <https://doi.org/10.1007/s00253-009-1882-2>
- Chi, Z., Yan, K., Gao, L., Li, J., Wang, X., Wang, L. (2008): Diversity of marine yeasts with high protein content and evaluation of their nutritive compositions. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88 (7): 1347–1352. <https://doi.org/10.1017/S0025315408001938>
- Crous, P.W., Summerell, B.A., Swart, L., Denman, S., Taylor, J.E., Bezuidenhout, C.M., Palm, M.E., Marincowitz, S., Groenewald, J.Z. (2011): Fungal pathogens of *Proteaceae*. *Persoonia*, 27 (1): 20–45. <http://doi.org/10.3767/003158511X606239>
- Deshpande, M.S., Rale, V.B., Lynch, J.M. (1992): *Aureobasidium pullulans* in applied microbiology: a status report. *Enzyme and Microbial Technology*, 14: 514–527. [https://doi.org/10.1016/0141-0229\(92\)90122-5](https://doi.org/10.1016/0141-0229(92)90122-5)
- Diab, T., Biliaderis, G.C., Gerasopoulos, D., Sfakiotakis, E. (2001): Physicochemical properties and application of pullulan edible films and coatings in fruit preservation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81: 988–1000. <https://doi.org/10.1002/jsfa.883>
- Di Francesco, A., Calassanzio, M., Ratti, C., Mari, M., Folchi, A., Baraldi, E. (2018): Molecular characterization of the two postharvest biological control agents *Aureobasidium pullulans* L1 and L8. *Biological Control*, 123: 53–59. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.05.005>
- Di Francesco, A., Milella, F., Mari, M., Roberti, R. (2017): A preliminary investigation into *Aureobasidium pullulans* as a potential biocontrol agent against *Phytophthora infestans* of tomato. *Biological Control*, 114: 144–149. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.08.010>
- Di Francesco, A., Ugolini, L., Lazzeri, L., Mari, M. (2015): Production of volatile organic compounds by *Aureobasidium pullulans* as a potential mechanism of action against postharvest fruit pathogens. *Biological Control*, 81: 8–14. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.10.004>
- Di Francesco, A., Zajc, J., Gunde-Cimerman, N., Aprea, E., Gasperi, F., Placi, N., Caruso, F., Baraldi, E. (2020): Bioactivity of volatile organic compounds by *Aureobasidium* species against gray mold of tomato and table grape. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 36 (11): 171. <https://doi.org/10.1007/s11274-020-02947-7>
- European Food Safety Authority (2013): Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance *Aureobasidium pullulans* (strains DSM 14940 and DSM 14941). *EFSA Journal*, 11 (4): 3183. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3183>
- Fokkema, N.J., Lorbeer, J.W. (1974): Interactions between *Alternaria porri* and the saprophytic mycoflora of onion leaves. *Phytopathology*, 64: 1128–1133. <https://doi.org/10.1094/Phyto-64-1128>

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2011): *Global food losses and food waste: extent, causes and prevention*.  
<http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e.pdf> (2020.10.12.)
- Freimoser, F.M., Rueda-Mejia, M.P., Tilocca, B., Migheli, Q. (2019): Biocontrol yeasts: mechanisms and applications. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 35 (10): 154. <https://doi.org/10.1007/s11274-019-2728-4>
- Gostinčar, C., Ohm, R.A., Kogej, T., Sonjak, S., Turk, M., Zajc, J., Zalar, P., Grube, M., Sun, H., Han, J., Sharma, A., Chiniquy, J., Ngan, C.Y., Lipzen, A., Barry, K., Grigoriev, I.V., Gunde-Cimerman, N. (2014): Genome sequencing of four *Aureobasidium pullulans* varieties: biotechnological potential, stress tolerance, and description of new species. *BMC Genomics*, 15: 549. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-15-549>
- Gostinčar, C., Turk, M., Zajc, J., Gunde-Cimerman, N. (2019): Fifty *Aureobasidium pullulans* genomes reveal a recombining polyextremotolerant generalist. *Environmental Microbiology*, 21: 3638–3652. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.14693>
- Gunde-Cimerman, N., Zalar, P., de Hoog, G.S., Plemenitas, A. (2000): Hypersaline water in salterns-natural ecological niches for halophilic black yeasts. *FEMS Microbiology Ecology*, 32: 235–240. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2000.tb00716.x>
- Gupta, R., Gigras, P., Mohapatra, H., Goswami, V.K., Chauhan, B. (2003): Microbial  $\alpha$ -amylases: a biotechnological perspective. *Process Biochemistry*, 38: 1599–1616. [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(03\)00053-0](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(03)00053-0)
- Harris, J.E., Dennis, C. (1980): Distribution of *Mucor piriformis*, *Rhizopus sexualis* and *R. stolonifer* in relation to their spoilage of strawberries. *Transactions of the British Mycological Society*, 75 (3): 445–450. [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(80\)80125-2](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(80)80125-2)
- Hatvani L., Antal Z., Manczinger L., Szekeres A., Druzhinina, I.S., Kubicek, C.P., Nagy A., Nagy E., Vágvölgyi C., Kredics L. (2007): Green mould diseases of *Agaricus* and *Pleurotus* spp. are caused by related but phylogenetically different *Trichoderma* species. *Phytopathology*, 97 (4): 532–537. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-97-4-0532>
- Hatvani L., Sabolić, P., Kocsubé S., Kredics L., Czifra D., Vágvölgyi C., Kaliterna, J., Ivić, D., Dermić, E., Kosalec, I. (2012): The first report of mushroom green mould disease in Croatia. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology*, 63 (4): 481–487. <https://doi.org/10.2478/10004-1254-63-2012-2220>
- Holb, I.J., Kunz, S. (2013): Integrated control of brown rot blossom blight by combining approved chemical control options with *Aureobasidium pullulans* in organic cherry production. *Crop Protection*, 54: 114–120. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.07.003>
- Holler, E., Angerer, B., Achhammer, G. (1992): Biological and biosynthetic properties of poly-L-malate. *FEMS Microbiology Reviews*, 9: 109–118. [https://doi.org/10.1016/0378-1097\(92\)90300-D](https://doi.org/10.1016/0378-1097(92)90300-D)
- Hong, C., Holtz, B.A., Morgan, D.P., Michailides, T.J. (1997): Significance of thinned fruit as a source of the secondary inoculum of *Monilinia fructicola* in California nectarine orchards. *Plant Disease*, 81 (5): 519–524. <https://doi.org/10.1094/pdis.1997.81.5.519>
- Huang, Z.W., Laurent, V., Chetouani, G., Ljubimova, J.Y., Holler, E., Benvegna, T., Loyer, P., Cammas-Marion, S. (2012): New functional degradable and bio-compatible nanoparticles based on poly(malic acid) derivatives for site-specific anti-cancer drug delivery. *International Journal of Pharmaceutics*, 423: 84–92. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2011.04.035>
- Innocenti, G., Montanari, M., Righini, H., Roberti, R. (2019): *Trichoderma* species associated with green mould disease of *Pleurotus ostreatus* and their sensitivity to prochloraz. *Plant Pathology*, 68: 392–398. <https://doi.org/10.1111/ppa.12953>
- Ippolito, A., El Ghaouth, A., Wilson, C.L., Wisniewski, M. (2000): Control of postharvest decay of apple fruit by *Aureobasidium pullulans* and induction of defense responses. *Postharvest Biology and Technology*, 19 (3): 265–272. [https://doi.org/10.1016/s0925-5214\(00\)00104-6](https://doi.org/10.1016/s0925-5214(00)00104-6)
- Ippolito, A., Nigro, F., Romanazzi, G., Campanella, V. (1997): Field application of *Aureobasidium pullulans* against *Botrytis* storage rot of strawberry. In: Bertolini, P., Sijmons, P.C., Guerzoni,

- M.E., Serra, F. (szerk.): *Non Conventional Methods for the Control of Post-Harvest Disease and Microbiological Spoilage*. Workshop Proceedings COST 914–COST 915. Bologna. 127–133.
- Joshi, A., Singh, R., Shah, M.S., Umesh, S., Khattry, N. (2010): Subcutaneous mycosis and fungemia by *Aureobasidium pullulans*: a rare pathogenic fungus in a post allogeneic BM transplant patient. *Bone Marrow Transplantation*, 45: 203–204. <https://doi.org/10.1038/bmt.2009.111>
- Kohl, J.R., Belanger, R., Fokkema, N.J. (1997): Interaction of four antagonistic fungi with *Botrytis aclata* in dead onion leaves: a comparative microscopic and ultrastructural study. *Phytopathology*, 87 (6): 634–642. <https://doi.org/10.1094/phyto.1997.87.6.634>
- Komoń-Zelazowska, M., Bisset, J., Zafari, D., Hatvani L., Manczinger L., Woo, S., Lorito, M., Kredics L., Kubicek, C.P., Druzhinina, I.S. (2007): Genetically closely related but phenotypically divergent *Trichoderma* species cause green mold disease in oyster mushroom farm worldwide. *Applied and Environmental Microbiology*, 73 (22): 7415–7426. <https://doi.org/10.1128/AEM.01059-07>
- Kremnický, L., Biely, P. (1997):  $\beta$ -Mannanolytic system of *Aureobasidium pullulans*. *Archives of Microbiology*, 167: 350–355. <https://doi.org/10.1007/s002030050454>
- Kudanga, T., Mwenje, E. (2005): Extracellular cellulase production by tropical isolates of *Aureobasidium pullulans*. *Canadian Journal of Microbiology*, 51 (9): 773–776. <https://doi.org/10.1139/w05-053>
- Kunz, S. (2004): Development of “Blossom-Protect” - a yeast preparation for the reduction of blossom infections by fire blight. In: Boos, M. (szerk.): *Ecofruit - 11<sup>th</sup> International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing*. Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau (FÖKO). Weinsberg. 108–112.
- Kunz, S., Haug, P. (2006): Development of a strategy for fire blight control in organic fruit growing. In: Boos, M. (szerk.): *Ecofruit - 12<sup>th</sup> International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing*. Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau (FÖKO). Weinsberg. 145–150.
- Kunz, S., Schmitt, A., Haug, P. (2011): Field testing of strategies for fire blight control in organic fruit growing. *Acta Horticulture*, 896: 431–436. <<https://orgrprints.org/13719/1/299-305.pdf>> (2020.10.13.)
- Larena, I., Torres, R., De Cal, A., Linan, M., Melgarejo, P., Domenichini, P., Bellini, A., Mandrin, J.F., Lichou, J., Ochoa de Eribe, X., Usall, J. (2005): Biological control of postharvest brown rot (*Monilinia* spp.) of peaches by field applications of *Epicoccum nigrum*. *Biological Control*, 32: 305–310. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2004.10.010>
- Leathers, T.D., Rich, J.O., Anderson, A.M., Manitchotpisit, P. (2013): Lipase production by diverse phylogenetic clades of *Aureobasidium pullulans*. *Biotechnology Letters*, 35: 1701–1706. <https://doi.org/10.1007/s10529-013-1268-5>
- Lima, G., Ippolito, A., Nigro, F., Salerno, M. (1997): Effectiveness of *Aureobasidium pullulans* and *Candida oleophila* on postharvest strawberry rots. *Postharvest Biology and Technology*, 10 (2): 169–178. [https://doi.org/10.1016/s0925-5214\(96\)01302-6](https://doi.org/10.1016/s0925-5214(96)01302-6)
- Lotrakul, P., Deenarn, P., Prasongsuk, H., Punnapayak, H. (2009): Isolation of *Aureobasidium pullulans* from bathroom surfaces and their antifungal activity against some *Aspergilli*. *African Journal of Microbiology Research*, 3: 253–257.
- Mari, M., Martini, C., Guidarelli, M., Neri, F. (2012): Postharvest biocontrol of *Monilinia laxa*, *Monilinia fructicola* and *Monilinia fructigena* on stone fruit by two *Aureobasidium pullulans* strains. *Biological Control*, 60 (2): 132–140. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.10.013>
- McCormack, P., Wildman, H.G., Jeffries, P. (1995): The influence of moisture on the suppression of *Pseudomonas syringae* by *Aureobasidium pullulans* on an artificial leaf surface. *FEMS Microbiology Ecology*, 16 (2): 159–165. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.1995.tb00279.x>
- Mershon-Shier, K.L., Deville, J.G., Delair, S., Fothergill, A.W., Wickes, B., De Hoog, G.S., Sutton, D.A., Lewinski, M.A. (2011): *Aureobasidium pullulans* var. *melanigenum* fungemia in a pediatric patient. *Medical Mycology*, 49: 80–83. <https://doi.org/10.3109/13693786.2010.490925>

- Mishra, R., Amin, A. (2011): Formulation and characterization of rapidly dissolving films of cetirizine hydrochloride using pullulan as a film forming agent. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 45: 71–77.
- Mittal, J., Szymczak, W.A., Pirofski, L.A., Galen, B.T. (2018): Fungemia caused by *Aureobasidium pullulans* in a patient with advanced AIDS: a case report and review of the medical literature. *JMM Case Reports*, 5 (4): e005144. <https://doi.org/10.1099/jmmcr.0.005144>
- Morsy, M.K., Sharoba, A.M., Khalaf, H.H., El-Tanahy, H., Cutter, C.N. (2015): Efficacy of antimicrobial pullulan-based coating to improve internal quality and shelf-life of chicken eggs during storage. *Journal of Food Science*, 80: M1066–1074. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12855>
- Nalcacioglu, H., Yakupoglu, Y.K., Genc, G., Belet, N., Sensoy, S.G., Birinci, A., Ozkaya, O. (2018): Disseminated fungal infection by *Aureobasidium pullulans* in a renal transplant recipient. *Pediatric Transplantation*, 22 (3): e13152. <https://doi.org/10.1111/petr.13152>
- Ni, X.M., Chi, Z.M., Liu, Z.Q., Yue, L.X. (2008): Screening of protease producing marine yeasts for production of the bioactive peptides. *Acta Oceanologica Sinica*, 27: 1–10.
- Ogawa, J.M., Zehr, E.I., Biggs, A.R. (1995): Diseases caused by fungi. In: Ogawa, J.M., Zehr, E.I., Bird, G.W., Ritchie, D.E., Uriu, K., Uyemoto, J.K. (szerk.): *Compendium of Stone Fruit Diseases*. American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. 7–10.
- Otoni, C.G., Avena-Bustillos, R.J., Azeredo, H.M.C., Lorevice, M.V., Moura, M.R., Mattoso, L.H.C., McHugh, T.H. (2017): Recent advances on edible films based on fruits and vegetables - A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16 (5): 1151–1169. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12281>
- Pal, K.K., McSpadden Gardener, B. (2006): Biological Control of Plant Pathogens. *The Plant Health Instructor*. <https://doi.org/10.1094/PHI-A-2006-1117-02>
- Park, M.S., Bae, K.S., Yu, S.H. (2006): Two new species of *Trichoderma* associated with green mold of oyster mushroom cultivation in Korea. *Mycobiology*, 34 (3): 111–113.
- Pikazis, D., Xynos, I.D., Xila, V., Velegraki, A., Aroni, K. (2009): Extended fungal skin infection due to *Aureobasidium pullulans*. *Clinical and Experimental Dermatology*, 34: e892–894. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2230.2009.03663.x>
- Portilla-Arias J., Patil R., Hu J., Ding H., Black K.L., García-Alvarez M., Muñoz-Guerra S., Ljubimova J.Y., Holler E. (2010): Nanoconjugate platforms development based in poly( $\beta$ -L-malic acid) methyl esters for tumor drug delivery. *Journal of Nanomaterials*, Article ID: 825363. <https://doi.org/10.1155/2010/825363>
- Prakitchaiwattana, C., Fleet, G., Heard, G. (2004): Application and evaluation of denaturing gradient gel electrophoresis to analyse the yeast ecology of wine grapes. *FEMS Yeast Research*, 4 (8): 865–877. <https://doi.org/10.1016/j.femsyr.2004.05.004>
- Prasongsuk, S., Lotrakul, P., Ali, I., Bankeeree, W., Punnapayak, H. (2018): The current status of *Aureobasidium pullulans* in biotechnology. *Folia Microbiologica*, 63 (2): 129–140. <https://doi.org/10.1007/s12223-017-0561-4>
- Renouf, V., Claisse, O., Lonvaud-Funel, A. (2005): Understanding the microbial ecosystem on the grape berry surface through numeration and identification of yeast and bacteria. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 11 (3): 316–327. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2005.tb00031.x>
- Rich, J.O., Leathers, T.D., Anderson, A.M., Bischoff, K.M., Manitchotpisit, P. (2013): Laccases from *Aureobasidium pullulans*. *Enzyme and Microbial Technology*, 53: 33–37. <https://doi.org/10.1016/j.enzmtec.2013.03.015>
- Roberti, R., Di Francesco, A., Innocenti, G., Mari, M. (2019): Potential for biocontrol of *Pleurotus ostreatus* green mould disease by *Aureobasidium pullulans* De Bary (Arnaud). *Biological Control*, 135: 9–15. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.04.016>
- Saha, B.C., Bothast, R.J. (1993): Starch conversion by amylase from *Aureobasidium pullulans*. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 12 (6): 413–416. <https://doi.org/10.1007/BF01569674>

- Schena, L., Ippolito, A., Zahavi, T., Cohen, L., Nigro, F., Droby, S. (1999): Genetic diversity and biocontrol activity of *Aureobasidium pullulans* isolates against postharvest rots. *Postharvest Biology and Technology*, 17 (3): 189–199. [https://doi.org/10.1016/s0925-5214\(99\)00036-8](https://doi.org/10.1016/s0925-5214(99)00036-8)
- Seibold, A., Fried, A., Kunz, S., Moltmann, E., Lange, E., Jelkmann, W. (2004): Yeasts as antagonists against fireblight. *EPPO Bulletin*, 34 (3): 389–390. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2004.00766.x>
- Sobieralski, K., Siwulski, M., Kommon-Żelazowska, M., Błaszczuk, L., Sas-Golak, I., Frużyńska-Jóźwiak, D. (2012): Impact of *Trichoderma pleurotum* and *T. pleuroticola* isolates on yielding of *Pleurotus ostreatus* (FR.) Kumm. *Journal of Plant Protection Research*, 52 (1): 165–168. <https://doi.org/10.2478/v10045-012-0025-4>
- Thambugala, K., Ariyawansa, H., Li, Y., Boonmee, S., Hongsanan, S., Tian, Q., Singtripop, C., Bhat, D.J., Camporesi, E., Jayawardena, R., Liu, Z.Y., Xu, J., Chuksatiro, E., Hyde, K. (2014): *Dothideales*. *Fungal Diversity*, 68 (1): 105–158. <https://doi.org/10.1007/s13225-014-0303-8>
- van Houghenhouck-Tulleken, W.G., Mathole, G., Karstaedt, A., Govind, N., Moodley, M., Seetharam, S., Govender, N.P., Menezes, C.N. (2016): Disseminated fungal infection in an HIV-infected patient due to *Aureobasidium pullulans*. *Southern African Journal of Infectious Diseases*, 31 (3): 71–73. <https://doi.org/10.1080/23120053.2016.1155799>
- Weiss, A., Weisshaupt S., Krawiec, P., Kunz, S. (2014): Use of *Aureobasidium pullulans* for resistance management in chemical control of *Botrytis cinerea* in berries. *Acta Horticulturae*, 1017: 237–242. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2014.1017.30>
- Weiss, A., Mögel, G., Kunz, S. (2006): Development of "Boni-Protect" - a yeast preparation for use in the control of postharvest diseases of apples. In: Boos, M. (szerk.): *Ecofruit - 12<sup>th</sup> International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing*. Weinsberg. 113–117.
- Woo, S.L., Di Benedetto, P., Senatore, M., Abadi, K., Gigante, S., Soriente, I., Ferraioli, S., Scala, F., Lorito, M. (2004): Identification and characterization of *Trichoderma* species aggressive to *Pleurotus* in Italy. *Journal of Zhejiang University (Agriculture and Life Sciences)*, 30: 469–470. <<http://www.zjujournals.com/agr/CN/abstract/abstract22849.shtml>> (2020.10.13.)
- Yalage Don, S.M., Schmidtke, L.M., Gambetta, J.M., Steel, C.C. (2020): *Aureobasidium pullulans* volatiliome identified by a novel, quantitative approach employing SPME-GC-MS, suppressed *Botrytis cinerea* and *Alternaria alternata* in vitro. *Scientific Reports*, 10 (1): 4498. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61471-8>
- Yegin, S., Buyukkileci, A.O., Sargin, S., Goksungur, Y. (2017): Exploitation of agricultural wastes and by-products for production of *Aureobasidium pullulans* Y-2311-1 xylanase: screening, bioprocess optimization and scale up. *Waste Biomass Valorization*, 8: 999–1010. <https://doi.org/10.1007/s12649-016-9646-6>
- Zajc, J., Gostinčar, C., Cernosa, A., Gunde-Cimerman, N. (2019): Stress tolerant yeasts: opportunistic pathogenicity versus biocontrol potential. *Genes*, 10 (42): 1–23. <https://doi.org/10.3390/genes10010042>
- Zalar, P., Gostinčar, C., de Hoog, G.S., Uršič, V., Sudhadham, M., Gunde-Cimerman, N. (2008): Redefinition of *Aureobasidium pullulans* and its varieties. *Studies in Mycology*, 61: 21–38. <https://doi.org/10.3114/sim.2008.61.02>
- Zhang, D., Spadaro, D., Valente, S., Garibaldi, A., Gullino, M.L. (2012): Cloning, characterization, expression and antifungal activity of an alkaline serine protease of *Aureobasidium pullulans* PL5 involved in the biological control of postharvest pathogens. *International Journal of Food Microbiology*, 153 (3): 453–464. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.12.016>
- Zupančič, J., Novak Babič, M., Zalar, P., Gunde-Cimerman, N. (2016): The black yeast *Exophiala dermatitidis* and other selected opportunistic human fungal pathogens spread from dishwashers to kitchens. *PLoS One*, 11 (2): e0148166. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148166>



## KÜLÖNBÖZŐ GENOMSZERKESZTÉSI TECHNIKÁK GABONAFÉLÉKBEN

Zombori Zoltán

**Absztrakt:** Napjainkban a klímaváltozás és a Föld népességének folyamatosan gyorsuló növekedése a mezőgazdaságot, azon belül a növénytermesztést egyre nagyobb kihívások elé állítja. A hagyományos fajták korlátozottan képesek az egyre szélsőségesebb időjárási viszonyok mellett a kívánt termőképességüket megőrizni. A mezőgazdaságnak a betegségekkel és kártevőkkel szemben ellenállóbb, nagy termőképességű és extrém körülmények között is jól teljesítő növényfajtákra van szüksége. A hagyományos növénynemesítési technikákkal az új, nagyobb hozamú és a környezeti tényezőkre nézve ellenállóbb növények kinemesítése korlátozottan lehetséges, vagy túl hosszú időt vesz igénybe. Az utóbbi időkben kidolgozott új, célzott mutagenézisre alkalmas módszerek fejlesztése új távlatokat nyitott a precíziós növénynemesítés számára. A meganukleázok, a cink-ujj nukleázok, a TALEN rendszer, a CRISPR/Cas9 rendszer és az oligonukleotid-indukált mutagenézis alkalmazása egyaránt alkalmas eszköz lehet a kívánt tulajdonságokkal rendelkező új növényfajták genomszerkesztéssel történő nemesítése során.

**Abstract:** Nowadays, climate change and the ever-accelerating growth of the Earth's population pose increasing challenges to agriculture, including crop production. Conventional varieties have a limited ability to maintain their desired productivity under increasingly extreme weather conditions. Agriculture needs plant varieties that are more resistant to diseases and pests, have high productivity and perform well even in extreme conditions. With traditional plant breeding techniques, the breeding of new, higher-yielding and more environmentally resistant plants is limited or takes too long. The recent development of new methods for targeted mutagenesis has opened up new perspectives for precision plant breeding. The use of meganucleases, zinc finger nucleases, the TALEN system, the CRISPR / Cas9 system, and oligonucleotide-induced mutagenesis can all be a suitable tool for breeding new plant species with the desired properties by genome editing.

**Kulcsszavak:** CRISPR/Cas9, TALEN, Cink-ujj nukleáz, genomszerkesztés, oligonukleotid-irányított mutagenézis

**Keywords:** CRISPR/Cas9, TALEN, Zinc-finger nuclease, genome editing, oligonucleotide directed mutagenesis

### 1. Bevezetés

Az élelmezés biztonsága az egyik legfontosabb kihívás a gyorsan növekvő globális népesség jelenlegi forgatókönyvében. Óvatos becslések szerint a Föld népessége 2050 végére tízmilliárd főre is nőhet, és a világ élelmiszertermelésének 60–100%-os növekedésére lesz szükség (Dhanker et al., 2018). A változó időjárás, az egyre növekvő biotikus és abiotikus stresszorok, és a vízkészletek elérhetőségének csökkenése szintén korlátozó tényező az élelmiszer-termelés szempontjából. A növénybiológia és biotechnológia fontos feladata, hogy megértsük a környezeti stresszorokra adott egyedülálló válaszok biológiai, genetikai mechanizmusait. A közelmúltban számos új gént és azok szabályozási útját azonosították a növényekben, ám az általuk kínált termésmennyiséget vagy -minőséget javító lehetőségek kihasználása a hagyományos, keresztezésre alapuló nemesítési technológiákkal hosszadalmas folyamat, és nem mindig lehetséges.

Ezzel szemben a genomszerkesztés modern eszközei lehetővé teszik egy idegen gén pontos beillesztését a genom egy előre meghatározott helyére, ezáltal a meglévő allél tervezett helyettesítését egy alternatívával (Abdelrahman, 2018). Ez különösen azoknál a növényfajoknál nagy jelentőségű, amelyeknek komplex genomja van, és ezért a hagyományos nemesítési megközelítésekkel nehézkes javítani (Feng et al., 2013).

A világ gazdáinak 23 évnnyi tapasztalata ellenére, mialatt 2,3 milliárd hektáron ter-mesztettek géntechnológiával nemesített növényeket (GMO-kat) minden ismert káros következmény nélkül, még napjainkban is bizonyos országok vagy szervezetek (pl. Magyarország, Európai Unió) tiltják a GM-növények termesztését, de azokból származó importtermékeket széleskörűen hasznosítják. Bár a genomszerkesztési technológiákat gyakran alkalmazzák a transzgénikus módszereket, az alap és az alkalmazott kutatás szempontjából előnyös lehet, hogy a véletlenszerű génbeépítéssel szemben, amely nem helyspecifikus géninszerciákat és ezáltal véletlenszerű fenotípusos tulajdonságokat is eredményezhet, a genomszerkesztési eljárások jól definiált mutánsokat állítanak elő. Lényegében a tervezett génszerkesztés beláthatatlan perspektívákat nyit, a precíziós nemesítés számára (Dudits, Györgyey, 2013).

A programozott, szekvencia-specifikus szekvencia specifikus nukleázok felfedezése lehetővé tette a pontos génszerkesztést. Többféle mutáció kiváltására is felhasználhatók, mint például inszerciók, deléciók, szubsztitúciók, vagy egy specifikus DNS szekvencia integrálására egy adott lókuszon. Bár minden alkalmazott genomszerkesztési módszernek egyedi tulajdonságai vannak, a kettős szálú törések előállításának mechanizmusa a célsejtek DNS-ben hasonló. A sejtek a DNS töréseit nem-homológ végillesztéssel (non-homologous end joining, NHEJ) vagy homológia-irányított rekombinációval (homology-directed recombination, HDR) állítják helyre. A NHEJ egy hibára hajlamos DNS-javítási mechanizmus, amely megkönnyíti a hasított DNS-végek közvetlen csatlakozását homológ templát bevonása nélkül, inszerciós vagy deléciós mutációkat létrehozva. Főleg gének kiütésére alkalmas, de az NHEJ alkalmazható akár nagyobb DNS fragmentek beépítésére is. A HDR DNS hibajavító útvonal egy nagyon pontos mechanizmus, amelynek egy homológ templátra van szüksége a javítás közvetítéséhez, és felhasználható olyan pontos változások elérésére, mint a génbeillesztés és a génpótlás (Feng et al., 2013, Jinek et al., 2012, Kim et al., 2014).

A szekvenciaspecifikus endonukleázok mellett a genomszerkesztési eljárások egy másik, jelentős technológiája az oligonukleotid-irányított mutagenézis (oligonucleotide-directed mutagenesis, ODM). A folyamat során egy, a célgénnel homológ szekvenciájú egyszálú DNS molekulát juttatunk a sejtekbe, amely hordozza a kívánt mutációt. Mivel ez a módszer nem tartalmazza a DNS hasítását, a módosítás létrejöttének feltétele a laza kromatin állomány, illetve a DNS replikációja. Az ODM főleg szubsztitúciós, illetve inszerciós mutánsok létrehozására alkalmas, amelyekben gének kiütését, vagy aminosavsorrendjük megváltoztatását is elérhetjük.

A transzgénikus technológiákkal összehasonlítva a genom-editálási módszerek jelentős hatékonyságnövelést tesznek lehetővé, de mindkét megközelítéssel

kifejlesztett gazdasági növényfajták hasznossága a kialakított agronómiai tulajdonságok függvénye. (Waltz, 2018).

## **2. Genomszerkesztési technológiák**

### **2.1. A génszézés kezdete: a restrikciós enzimek felfedezése, meganukleázok**

A 1970-es években fedezték fel restrikciós endonukleázokat bakteriális rendszerekben (a felfedezésükért Werner Arber, Daniel Nathans és Hamilton O. Smith 1978-ban Nobel díjat kapott), amelyek az addig ismert nukleázokkal szemben meghatározott nukleotidsorrendű DNS szakaszokon (általában 4-6 nukleotid hosszúságú) belül, vagy azok közvetlen közelében hasítják a dupla szálú DNS-t. Ezek az enzimek a baktériumok fágok elleni védekezésében játszanak szerepet, a sejtekbe bejutott idegen DNS-t feldarabolva. Több mint 3000 ilyen enzimet ismerünk, amelyek több száz különböző felismerési hellyel rendelkeznek. A modern molekuláris biológia elengedhetetlen eszközeinek tekinthetők. Mivel a felismerési helyeik rövidek, ezért viszonylag sűrűn hasítják a nagyméretű DNS molekulákat, ezért pontos genomszerkesztésre természetesen nem alkalmasak.

Ha a genomot határozott helyen akarjuk hasítani, akkor olyan endonukleázra van szükség, amelynek a felismerési szekvenciája sokkal hosszabb, így lecsökkentve a hasítási helyek számát. Ilyen enzimek a meganukleázok, amelyek 12-40 bázispár hosszúságú DNS szekvenciát ismernek fel, ezáltal a legtöbb genomban nagyon kevés, vagy csak egyetlen felismerési pont található. Molekuláris biológiai módszerekkel a felismerési helyeik szerkeszthetőek, ami szélesítheti alkalmazásuk körét (Stoddard, 2006, Gao et al., 2010). Hátrányuk a nagy méretük, illetve az, hogy hatékonyságukat nagyban befolyásolja a DNS metiláltsága, és a kromatin szerkezete (Daboussi et al, 2012).

A felismerőhely hosszúságán kívül fontos kritérium lehet, hogy a vágás ne a felismerés helyén menjen végbe, valamint a hasításért és a felismerésért felelős domain elkülönüljön egymástól, ugyanis több ilyen felismerő egységet egymás után kapcsolva növelhető a specificitás. Erre a célra a FokI enzim tűnt megfelelőnek, amelynek jól elkülöníthető nukleáz domain-je van, amely a felismerési helytől 9, illetve 13 nukleotid távolságra hasít a két DNS szálon (Wah et al., 1998).

### **2.2. A cink-ujj nukleázok**

A cink-ujj nukleázok (Zinc-finger nuclease, ZFN) olyan mesterséges DNS hasító enzimek, amelyekben különböző cink-ujj fehérjék DNS-kötő elemeit és a FokI restrikciós endonukleáz DNS-hasító domain-jét kapcsolták össze. A cink-ujj motívumok DNS kötésért felelős másodlagos szerkezeti elemek, amelyeket cink ionok ( $Zn^{2+}$ ) stabilizálnak. A legtöbb cink-ujjat tartalmazó fehérje főként interakciós modulként funkcionál, DNS-t, RNS-t, más fehérjéket kötnek, fontos szerepet töltenek be a gének transzkripciójának szabályozásában, de sok egyéb folyamatban is (transzláció, citoskeleton szerveződés, sejt adhézió, kromatin remodelling stb). A fehérje foldingja, harmadlagos szerkezete alapján hat különböző osztályba

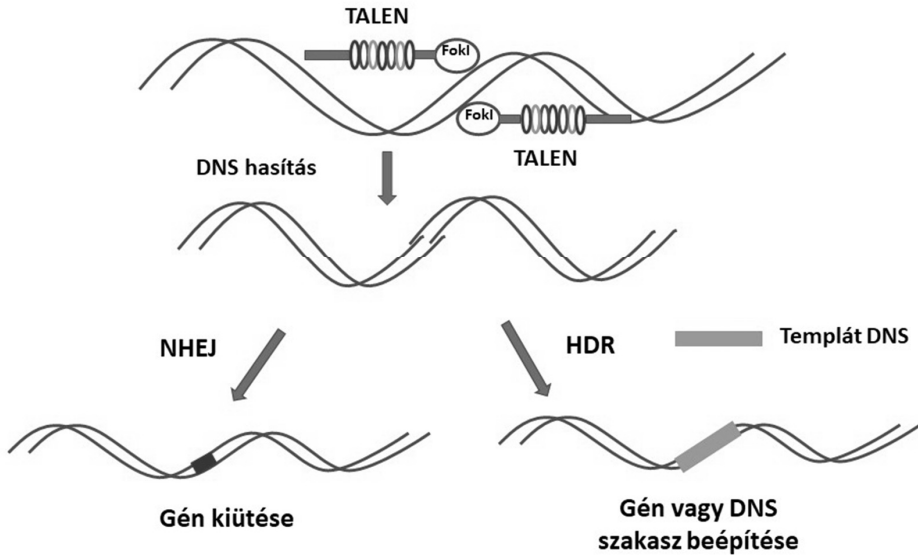
sorolhatjuk őket, közülük a „Cys<sub>2</sub>-His<sub>2</sub>-like” (klasszikus cink-ujj), a „violinkulcs” és a „cink-szalag” a legelterjedtebb konformációk (Marton et al., 2010).

A cink ujj fehérjékben az ujj-motívumok egy bizonyos DNS tripletet (3 bázispár hosszúságú szakasz) ismernek fel. A különböző cink-ujjak különböző triplettekhez kötnek specifikusan. Általában a természetes cink-ujj fehérjékben 3 ilyen ujj motívum fordul elő, a mesterségesen előállított fehérjékben akár 6 is lehet, ezzel a 9-18 bázispár hosszúságú DNS szakaszt ismernek fel, növelve ezzel a hasítás specifitását. Ha két ilyen, 6 ujjból álló modult összekapcsolnak, akár 36 bázispárra növelhető a felismerési szekvencia, ami már jó eséllyel egyedi hasítóhely lehet az adott genomban. Egy ilyen DNS-kötő alegységet összekapcsolva és a FokI enzim DNS hasításáért felelős domain-jét tartalmazó cink-ujj nukleáz egy precíz genomszerkesztési eszköz lehet. (Urnov et al., 2010).

Alkalmazásuk hátránya lehet a túl nagy méretük, illetve az, hogy a genom adott szakaszára specifikus DNS-kötő domain tervezése, meghatározása hosszadalmas és drága folyamat (fág-display, élesztő egy-hibrid, bakteriális egy- és két-hibrid rendszerek) (Cantos et al., 2014, Ran et al., 2018). Gyakran előfordul, hogy az egymás mellett elhelyezkedő cink-ujjak specifikitása átfedhet, és nagyban függhet a környező motívumoktól és a DNS-től is. Ezek figyelembevétele nélkül a módszer specifikitása részben vagy teljesen elveszhet.

### 2.3. A TALEN fehérjék

A 2011-ben először leírt TALEN (Transcription Activator-Like Effector Nucleases) módszer a cink-ujj technikához sokban hasonlító, de modernebb és hatékonyabb genomszerkesztési technológia (1. ábra). Ebben az esetben a FokI restrikciós endonukleáz hasító domain-je azonban növényi patogén baktériumokban (*Xanthomonas* nemzetség) felfedezett TALE fehérjék DNS-kötő szekvenciákhoz van kapcsolva. Ezek a TALE fehérjék növényi promoterekhez kapcsolódnak, és olyan gének expresszióját aktiválják, amelyek segítik a fertőzést (Pl. NODULINE3 géncsalád) (Zhang et al., 2013, Joung et al., 2013). A TALE központi domainek 33-35 aminosav hosszúságú ismétlődő konzervált szekvenciák, amelyeknek a 12. és 13. pozícióban levő aminosavak (RVD: repeat variable diresidue) változhatnak, és kilétük határozza meg azt, hogy melyik nukleinsavhoz kötődnek. Egy tipikus TALE domain szekvenciája: LTPEQVVAIASHHDGKGKQALETVQRLLPVLCQAHG, ahol a HD aminosav kettős jelzi a specifikitást adó régiót (pl. HD: citozin, NI: adenin, NG: timin, NH: guanin). A módosítani kívánt genomi szekvenciára megtervezett TALENek konstrukciója történhet gén szintézissel, vagy már meglévő moduláris elemek összeépítésével is. Ez nem mindig problémamentes, hiszen az ismétlődő szekvenciák jelenléte megnehezíti a folyamatot.

1. ábra: *Genomszerkesztés TALEN fehérjék segítségével*

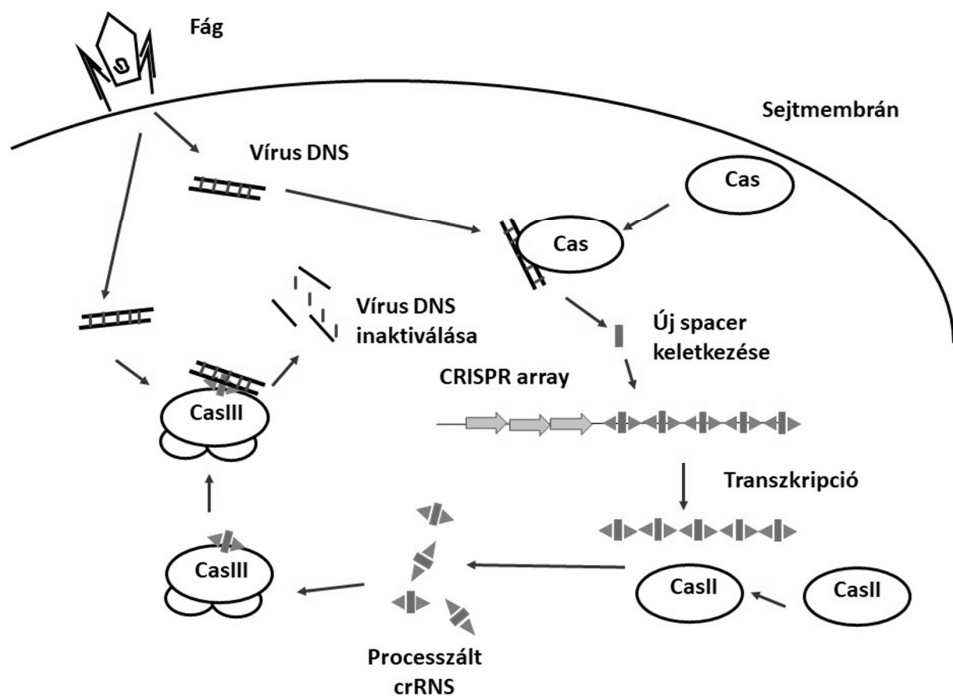
Forrás: A szerző saját szerkesztése

Összehasonlítva a cink-ujj nukleáz genomszerkesztéssel, a TALEN módszer egyszerűbb, hiszen egy-egy TALE egy nukleotidot ismer fel, és nem tripleteket, így a DNS-kötő domain tervezése könnyebb, viszont a konstrukció megépítése bonyolultabb, nagy szakmai felkészültséget igényel (Pennisi et al, 2012). Másrészt, mivel az egyik legalacsonyabb off-target aktivitással rendelkezik az elérhető módszerek közül, precíz genomeditálást tesz lehetővé (Li et al., 2012, Wang et al., 2015).

#### 2.4. A CRISPR rendszer

A CRISPR a legújabb a kettős szálú DNS hasítását tartalmazó, prokarióta eredetű génmódosítási technika, ami egyszerűbb és alkalmazása kevésbé költséges az előzőekhez képest, ezért a 2012-es évi felfedezése óta igen gyorsan terjedt el a molekuláris biológia és az alkalmazott géntechnológia területein (Razzaq et al., 2016). A neve (CRISPR) jelentése: Clustered Regularly Interspersed Palindromic Repeats. Az ismétlődő szekvenciák között elhelyezkedő spacer szekvenciák a korábban a prokariótát megtámadó bakteriofágok örökítőanyagából származnak, és fontos szerepük van a baktérium fágokkal szembeni védekezésében. A CRISPR-Cas rendszer tulajdonképpen egy prokarióta immunrendszer (Mojica et al., 2005), amely rezisztenciát kölcsönöz az idegen genetikai elemekkel szemben, a szerzett immunitás prokarióta formáját biztosítja (2. ábra). A baktériumok közel felében és az archaeák kb. 90%-ában megtalálható ez a védekezési forma.

2. ábra: A CRISPR/Cas rendszer működése a prokariótákban



Forrás: A szerző saját szerkesztése

A rendszernek másik fontos eleme a Cas (CRISPR-associated) fehérje. Nekik a specifikus felismerő elemek létrehozásában és a bejutott idegen nukleinsav inaktíválásában van szerepük. Az CRISPR-ről átíródott RNS-ből processzálják az ún. crRNS-t (crRNA), amely egy másik Cas fehérjéhez kapcsolódva egy ribonukleinsav-fehérje komplexet képez, amely specifikusan kötődik a kétszálú vírus DNS-hez, és inaktíválja azt. Az utóbbi években több mint 30 ilyen fehérjét azonosítottak, a biotechnológiában főként a Cas9, Cas12a (korábbi Cpf1) és a Cas13 (korábban C2c2) használatos (Sinkunas et al., 2011, Gasiunas et al., 2012, Jiang et al., 2013, Makarova et al., 2019).

#### 2.4.1. A CRISPR/Cas9 technológia

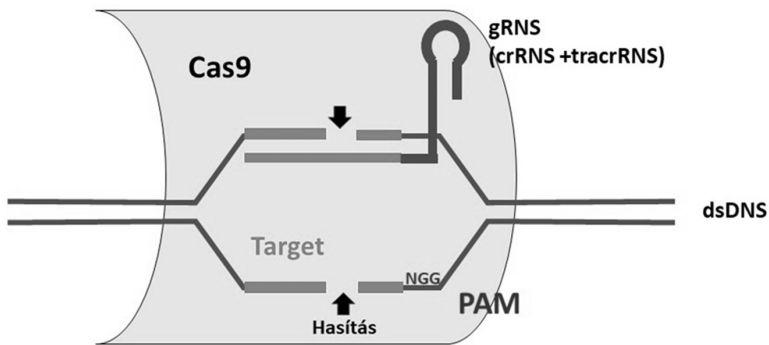
A leggyakrabban használt Cas fehérje a Cas9, amelyet *Streptococcus pyogenes*-ben írtak le először (Jinek et al., 2012). A natív Cas9 endonukleáz két rövid crRNS-t (amely a specifikitást biztosítja) és egy transz-aktivátor tracrRNS-t köt. A tracrRNS a crRNS-sel részben homológ, és egy RNS-duplexet képez vele, ami az RNázIII hasítása után guideRNS-ként kötődik a Cas9 nukleázhoz, mely elvágja az idegen DNS-t. Ezt a rendszert egyszerűsítették le úgy, hogy a két rövid crRNS fűzőjával egy single-guideRNS-t (sgRNS) hoztak létre, így a technológia a molekuláris biológia számára sokkal kezelhetőbb, és gyakorlatilag bármilyen genomon

alkalmazható. A CRISPR/Cas9 technológia kifejlesztéséért Emmanuelle Charpentier és Jennifer Doudna 2020-ban Nobel-díjat kapott.

#### 2.4.2. CRISPR/Cas9 rendszer működése

A CRISPR/Cas9 genomszerkesztés tervezése sokkal egyszerűbb, mint a korábbi technológiák esetében. A szerkeszteni kívánt DNS szakasznak mindössze tartalmaznia kell egy bizonyos PAM (protospacer adjacent motif) szekvenciát (nukleotid sorrendje NGG), amit a Cas9 nukleáz felismer. Az adott szakaszra specifikus guideRNS szekvenciája a PAM előtti 20 bázispár hosszúságú szakasszal egyezik meg. A Cas9 enzim a kétszálú DNS-t 3 nukleotiddal a PAM szekvencia kezdete előtt hasítja (3. ábra). Ezt követően a sejt a már említett módon helyreállítja a törést (NHEJ), különböző mutációkat kiváltva. Megfelelő templát DNS jelenlétében (pl. oligonukleotid, vagy szintetizált gén) szubsztitúciós mutáció keletkezhet vagy akár génbeillesztés is végbemehet homológia-irányított rekombinációval.

#### 3. ábra: A CRISPR/Cas9 editálási technológiai felépítése és működése



Forrás: A szerző saját szerkesztése

A CRISPR/Cas9 rendszer alkalmazásának hátránya egyrészt a viszonylag magas aránya az célszekvencián kívüli (off-target) hasításoknak. Ez a rövid, 20 bázispár hosszúságú felimerési szakaszból ered, aminek ráadásul nem is kell 100%-ban egyeznie a guideRNS szekvenciájával ahhoz, hogy a hasítás megtörténjen. Másik hátránya az, hogy a módszer által kiváltott mutációk nagyon változatosak, az 1-2 nukleotid hosszúságú inszerciós vagy deléciós (indel) mutációktól az akár több 100 bázispárnyi delécióig. Ezek kiküszöbölésére egyik megoldás a Cas9 fehérje módosítása, ezzel növelve a hasítás pontosságát, illetve más endonukleáz használata, pl. Cfp1 (Makarova et al., 2019). Nagy előnye viszont a tervezésének és végrehajtásának egyszerűsége és olcsósága a többi módszerhez viszonyítva, valamint széleskörű alkalmazhatósága.

## 2.5. Oligonukleotid-irányított mutagenézis (ONIM)

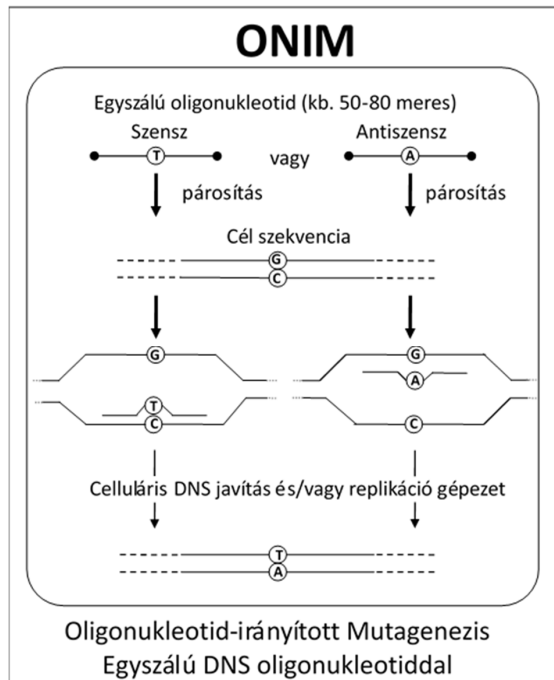
A növény és állatfajok változatosságát a génjeiknek a működésében és szerkezetében levő sokféleség adja, amiket állandóan alakítanak a DNS-láncot érintő módosulások, mutációk. A növénynemesítés régóta használt eszköze a mutagenézis, amely felgyorsítja ezt a természetes folyamatot. A mutációk indukálását általában besugárzással vagy kémiai mutagének (EMS, MMS) alkalmazásával vitték véghez, majd a kívánt fenotípussal rendelkező egyedeket használták fel a nemesítési programokban. Az ilyen típusú mutagenézis hátránya az specifikusság teljes hiánya, hiszen a mutációk véletlenszerűen következnek be, így az előnyös tulajdonság kialakulása mellett számtalan egyéb változás alakul ki a genomban.

Ezzel szemben az oligonukleotid-irányított mutagenézis (ODM vagy ONIM) új távlatokat nyithat a növénynemesítésben (Sauer et al., 2016). A kívánt mutációt precízen indukálhatjuk a genom bármelyik pontján a megfelelően tervezett 30-100 nukleotid hosszúságú egyszálú DNS molekulákkal (Dong et al., 2006). A fellazult kromatinnal rendelkező, osztódó sejtekbe juttatva a mutációt tartalmazó oligonukleotid (a mutációt érdemes az oligonukleotid középső részére tervezni) bejut a sejtmagba, és a replikáció során kitekeredett DNS-hez kapcsolódik a vele megegyező szekvenciával rendelkező szakaszon. A tervezett mutáció helyén párosodási hiba keletkezik, amelyet a sejt a saját replikációs gépezetének vagy a hibajavító mechanizmusainak a segítségével kijavíthat, és így a módosított nukleotid vagy akár hosszabb DNS szakasz is beépülhet a genomba. (4. ábra).

A hátrányai közt megemlíthető, hogy a sikeres editálás feltétele a megfelelően kitekeredett DNS, a fellazult kromatin, ezért leginkább csak osztódó sejteken (sejtszuspenzió, merisztematikus sejtek, embrió, kallusz) alkalmazható. A kromatin kondenzációja különböző anyagokkal, például hiszton-deacetiláz (nátrium-butarát, nikotin-amid) hozzáadásával csökkenthető (Tiricz et al., 2018). Az egyszálú DNS molekulák életideje a sejtekben általában nem hosszú, a citoplazmában lévő nukleázok gyorsan degradálják őket. Különböző kémiai módosításokkal stabilabbá tehetők az oligonukleotidok. Foszfotioát kötések alkalmazása, LNA (Locked Nucleic Acid) molekulák beépítése, MOE (2'-O-metoxietil) csoportok beépítése a nukleinsav láncvégeken megfelelő védelmet nyújthat a nukleázok ellen.



## 4. ábra: Az oligonukleotid-irányított mutagenézis mechanizmusa



Forrás: Botka Sándor nyomán

A módszer nagy előnyei közé tartozik tervezésének egyszerűsége, alacsony költsége, hiszen végrehajtásához csak oligonukleotidok szintézisére van szükség. Másik nagy előny a ODM nagyfokú precizitása, amely a folyamat során felhasznált oligonukleotid hosszúságából fakad, amely legtöbbször nagyobb, mint a korábban említett módszerek felismerő helyei. Mivel a mutációt hordozó elemek bejuttatásához nincs szükség plazmidokra, vagy bakteriális infekcióra, így a keletkezett mutáns vonalak nem tekinthetők GM- növényeknek a jelenlegi 2001/18 EK számú uniós irányelv szerint.

#### 2.6. A genomszerkesztés elemeinek bejuttatása a növényi sejtekbe

A genomszerkesztés egyik, ha nem a legfontosabb lépése a mutációt kiváltó molekulák bejuttatása a növényi sejtekbe. Ez általában bonyolultabb feladat, mint állati vagy humán sejtek esetében, lévén a növények a sejthártyán kívül sejtfallal is rendelkeznek.

Lehetséges módszerek:

- az editálást végző molekulák szintézise *Agrobacterium (tumefaciens vagy rhizogenes)* közvetített génbeépítéssel
- az editálást végző molekulák szintézisét biztosító plazmidok vagy kémiai szintetizált oligonukleotid molekulák belövése növényi sejtekbe, szövetekbe

- az editálást végző molekulák szintézisét biztosító plazmidok vagy kémiaiilag szintetizált oligonukleotid molekulák felvetetése protoplaszt membránon át polietilén-glikol (PEG) kezeléssel
- az editálást végző molekulák szintézisét biztosító plazmidok vagy kémiaiilag szintetizált oligonukleotid molekulák felvetetése protoplaszt membránon át elektroporációval vagy mikorinjektálás
- az editálást végző molekulák szintézisét biztosító plazmid vagy kémiaiilag szintetizált oligonukleotid molekulák felvetetése növényi szövetekbe infiltrálással
- az editálást végző molekulák szintézisét biztosító plazmidok vagy kémiaiilag szintetizált oligonukleotid molekulák injektálása hajtás merisztémába *in vivo*

A bejuttatás módja sok tényezőtől függ. A célnövény faja is kizárhat bizonyos módokat, hiszen vannak olyan eljárások, amelyekre nincsenek kidolgozott protokollok minden fajra (pl. *Agrobacterium*-közvetített transzformáció, mikroinjektálás). Vannak nehezebben protoplasztálható kultúrák, ahol a protoplasztot megkövetelő technikákat nem alkalmazhatjuk. Néhány eljárás megköveteli az *in vitro* szövettenyésztést, ami bizonyos növényfajoknál, illetve fajtáknál nem alkalmazható. Az olyan növényeknél, ahol beltenyésztett szülővonalak utódainál fellépő heterózishatást használják ki a növénytermesztők (pl. kukorica), az új tulajdonságot nem lehet először egy jól kezelhető genotípusba bejuttatni, majd keresztezéssel bevinni a szülővonalba. Ilyen esetekben megoldás lehet *in vivo* technológiák alkalmazása, fejlesztése (injektálás, merisztéma transzformáció, ONIM). A tervezett szerkesztés szintén leszűkítheti az felhasználható módszerek körét.

Szinte valamennyi beviteli módszert követően szükség van az editált sejtek, illetve szövetek azonosítására szelekciós markerek segítségével. A kívánt fenotípussal rendelkező növényekből izolált DNS megszekvenálása bizonyíthatja a génspecifikus editálást.

### 3. Gabonaféléken végrehajtott genom editálások az agráriumban

Az elmúlt bő évtizedben a genomszerkesztés igen elterjedt biotechnológiai eljárássá fejlődött, amelyet a tetemes mennyiségű tudományos publikáció is bizonyít. A növénybiológiai kutatások nagy része a gabonafélékre irányult (kb. 60%), ami nem véletlen, hiszen ezen fajok képezik az állati takarmányozás és az emberi ételmezés alapját.

A publikált genomszerkesztett növények nagy többségét, 82%-át CRISPR/Cas9 technológiával hozták létre, ez a gabonák esetében 72%, amely adatok jól jelzik a módszer széleskörű és gyors elterjedését (Razzaq et al., 2016).

Általánosságban megfigyelhető, hogy a legtöbb módosítás a termés mennyiségének és minőségének javítására irányul, de jelentős szerepet kapnak az abiotikus és biotikus stresszekkel szembeni ellenállóképesség javítása is, az összes nukleázokat is felhasználó genomszerkesztési módszert figyelembe véve (1. és 2. táblázat).

Az oligonukleotid-irányított mutagenézist alkalmazva állítottak már elő herbicid rezisztens rizs és kukorica növényeket (Zhu et al., 1999, Okuzaki et al., 2006), valamint sikeresen javítottak ki a kukorica genomba integrált, nem funkcionáló fluoreszcens fehérje (GFP) génjét (Tiricz et al., 2018).

1. táblázat: *Alkalmazott első generációs genomszerkesztések gabonafélékben*

	Publikáció	Bejuttatás módja	Javított tulajdonság	Módosítás típusa
<b>Meganukleáz</b>	2 kukorica	2 <i>Agrobacterium</i>	Hímsterilitás, Módszerfejlesztés	2 gén kikapcsolás
<b>ZNF nukleáz</b>	2 kukorica 1 rizs	2 belövés 1 <i>Agrobacterium</i>	Herbicid tolerancia, Módszerfejlesztés	2 trait stacking 1 géncsere
<b>TALEN</b>	2 kukorica 2 rizs 1 búza 1 árpa	6 <i>Agrobacterium</i>	Haploid indukció, Betegség rezisztencia, Termésmennyiség és minőség javítás, Módszerfejlesztés	5 gén kikapcsolás 1 frame-shift mutáció

Forrás: A szerző saját szerkesztése

2. táblázat: *A gabonaféléken végzett, publikált CRISPR/Cas9 kísérletek*

	Publikáció	Bejuttatás módja	Javított tulajdonság	Módosítás típusa
<b>Rizs</b>	21	20 <i>Agrobacterium</i> , 1 belövés	10 termésmennyiség és minőség javítás, 8 abiotikus stressztűrés, 3 betegség elleni rezisztencia	20 gén kikapcsolás 1 gén beépítés
<b>Kukorica</b>	3	2 <i>Agrobacterium</i> , 1 belövés	2 abiotikus stressztűrés, 1 termésminőség javítás	3 gén kikapcsolás
<b>Búza</b>	5	4 belövés, 1 PEG-közvetített transzfekció	3 termésmennyiség és minőség javítás, 1 abiotikus stressztűrés, 1 betegség elleni rezisztencia	5 KO

Forrás: A szerző saját szerkesztése

#### 4. Összegzés

A genomszerkesztés egy modern, sokrétű, széleskörben alkalmazható technológia, amely segítségével precízen és gyorsan módosítható a mezőgazdasági haszonnövények genetikai állománya, ezáltal biztonságosan növelhető a termésük mennyisége, minősége, valamint betegségekkel és abiotikus stresszekkel szembeni ellenállóságuk. A hagyományos növénynemesítési módszerek mellett és velük kombinálva a jövő mezőgazdaságának igényeit kielégítő növényfajták kialakításában kulcsszerep juthat a genomeditálásnak.

#### Irodalomjegyzék

- Cantos C., Francisco P., Trijatmiko K.R., Slamet-Loedin, I. Chadha-Mohanty, P.K. (2014): Identification of “safeharbor” loci in indica rice genome by harnessing the property of zinc-finger nucleases to induce DNAdamage and repair. *Front Plant Sci*, 5, 302.
- Daboussi F., Zaslavskiy M., Poirot L., Loperfido M., Gouble A., Guyot V., Leduc S., Galetto R., Grizot S. (2012): Chromosomal context and epigenetic mechanisms control the efficacy of genome editing by rare-cutting designer endonucleases. *Nucleic Acids Research* 40 (13): 6367–6379. doi:10.1093/nar/gks268.
- Dhankher O.P., Foyer C.H. (2018): Climate resilient crops for improving global food security and safety. *Plant Cell Environ* 41 (5): 877–884.
- Dong C., Beetham P.R., Vincent K., Sharp P. (2006): Oligonucleotide-directed gene repair in wheat using a transient plasmid gene repair assay system. *Plant Cell Rep* 25 (5): 457–465.
- Dudits Dénes és Györgyey János (2013): Zöld GMO-k a laboratóriumban és a szántóföldön. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Feng Z., Zhang B., Ding W., Liu X., Yang D.L., Wei P., Cao F., Zhu S., Zhang F., Mao Y. (2013): Efficient genome editing in plants using a CRISPR/Cas system. *Cell Res* 23 (10): 1229–1232.
- Gao H., Smith J., Yang M., Jones S., Djukanovic V., Nicholson M.G., West A., Bidney D., Falco S.C., Jantz D. (2010): Heritable targeted mutagenesis in maize using a designed endonuclease. *Plant J* 61 (1):176–187.
- Gasiunas G., Barrangou R., Horvath P., Siksnys V. (2012): Cas9-crRNA ribonucleoprotein complex mediates specific DNA cleavage for adaptive immunity in bacteria. *PNAS* 109 (39): 2579–2586.
- Jiang W., Zhou H., Bi H., Fromm M., Yang B., Weeks D.P. (2013): Demonstration of CRISPR/Cas9/sgRNA-mediated targeted gene modification in Arabidopsis, tobacco, sorghum and rice. *Nucleic Acids Research* 41 (20), e188. doi:10.1093/nar/gkt780.
- Jinek M., Chylinski K., Fonfara I., Hauer M., Doudna J.A., Charpentier E. (2012): A Programmable Dual-RNA—Guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity. *Science* 337 (6096): 816–821.
- Kim H., Kim J.S. (2014): A guide to genome engineering with programmable nucleases. *Nat. Rev. Genet.* 15 (5): 321–334.
- Li T., Liu B., Spalding M.H., Weeks D.P., Yang B. (2012): High-efficiency TALEN-based gene editing produces disease-resistant rice. *Nat Biotechnol* 30 (5): 390–392.
- Makarova K.S., Wolf Y.I., Iranzo J., Shmakov S.A., Alkhnbashi O.S., Brouns S.J.J., Charpentier E., Cheng D., Haft D.H., Horvath P., Moineau S., Mojica F.J.M., Scott D., Shah S.A., Siksnys V., Terns M.P., Venclovas Č., White M.F., Yakunin A.F., Yan W., Zhang F., Garrett R.A., Backofen R., van der Oost J., Barrangou R., Koonin E.V. (2019): Evolutionary classification of CRISPR–Cas systems: A burst of class 2 and derived variants. *Nature Reviews Microbiology* 18 (2): 67–83. doi:10.1038/s41579-019-0299-x.
- Marton I., Zuker A., Shklarman E., Zeevi V., Tovkach A., Roffe S., Ovadis M., Tzfira T., Vainstein A. (2010): Nontransgenic genome modification in plant cells. *Plant Physiol* 154, 1079–1087.

- Mojica F.J., Díez-Villaseñor C., García-Martínez J., Soria E. (2005): Intervening sequences of regularly spaced prokaryotic repeats derive from foreign genetic elements. *Journal of Molecular Evolution* 60 (2): 174–182. doi:10.1007/s00239-004-0046-3.
- Okuzaki A., Toriyama K. (2004): Chimeric RNA/DNA oligonucleotide-directed gene targeting in rice. *Plant Cell Rep* 22 (7): 509–512.
- Pennisi E. (2012): The tale of the TALEs. *Science* 338 (6113): 1408–1411.
- Ran Y., Patron N., Kay P., Wong D., Buchanan M., Cao Y.Y., Sawbridge T., Davies J.P., Mason J., Webb S.R. (2018): Zinc finger nuclease-mediated precision genome editing of an endogenous gene in hexaploid breadwheat (*Triticum aestivum*) using a DNA repair template. *Plant Biotechnol J*, 16: 2088–2101.
- Razzaq A., Saleem F., Kanwal M., Mustafa G., Yousaf S., Arshad H.M.I., Hameed M.K., Khan M.S., Faiz Ahmad Joyia F.A. (2016): Modern Trends in Plant Genome Editing: An Inclusive Review of the CRISPR/Cas9 Toolbox. *Int J Mol Sci* ; 20 (16): 4045.
- Sauer NJ., Mozurk J., Miller R.B., Warburg Z.J., Walker K.A., Beetham P.R., Schöpke C.R., Gocal G.F. (2016): Oligonucleotide-directed mutagenesis for precision gene editing. *Plant Biotechnol J* 14(2):496–502. doi: 10.1111/pbi.12496.
- Sinkunas T., Gasiunas G., Fremaux C., Barrangou R., Horvath P., Siksnys V. (April 2011): Cas3 is a single-stranded DNA nuclease and ATP-dependent helicase in the CRISPR/Cas immune system. *The EMBO Journal* 30 (7): 1335–1342. doi:10.1038/emboj.2011.41.
- Stoddard, B.L. (2006). "Homing endonuclease structure and function". *Quarterly Reviews of Biophysics* 38 (1): 49–95.
- Tiricz H., Nagy B., Ferenc Gy., Török K., Nagy I., Dudits D., Ayaydin F. (2018): Relaxed chromatin induced by histone deacetylase inhibitors improves the oligonucleotide-directed gene editing in plant cells. *J Plant Res* 131 (1):179–189. doi: 10.1007/s10265-017-0975-8.
- Urnov F.D., Rebar E.J., Holmes M.C., Zhang H.S., Gregory P.D. (2010): Genom editing with engineered zinc finger nucleasas. *Nature Revs Genetics* 11 (9): 636–646.
- Wah D. A., Bitinaite J., Schildkraut I., Aggarwal A. K. (1998): Structure of FokI has implications for DNA cleavage. *PNAS* 95 (18): 10564–9. doi:10.1073/pnas.95.18.10564.
- Waltz, E. (2018): With a free pass, CRISPR-edited plants reach market in record time. *Nat. Biotechnol*, 36 (1): 6–7.
- Wang M., Liu Y., Zhang C., Liu J., Liu X., Wang W., Chen H., Wei C., Ye X., Li X., Tu J. (2015): Gene editing by co-transformation of TALEN and Chimeric RNA/DNA oligonucleotides on the rice OsEPSPS gene and the inheritance of mutations. *PLoS ONE* 10, e0122755.
- Zhang Y., Zhang F., Li X., Baller J.A., Qi Y., Starker C.G., Bogdanove A.J., Voytas, D.F. (2013): Transcription Activator-Like Effector Nucleases enable efficient plant genome engineering. *Plant Physiol.* 161 (1): 20–7.
- Zhu T., Peterson D.J., Tagliani L., St. Clair G., Baszczynski C.L., Bowen B. (1999): Targeted manipulation of maize genes in vivo using chimeric RNA/DNA oligonucleotides. *PNAS* 96 (15): 8768–8773.





